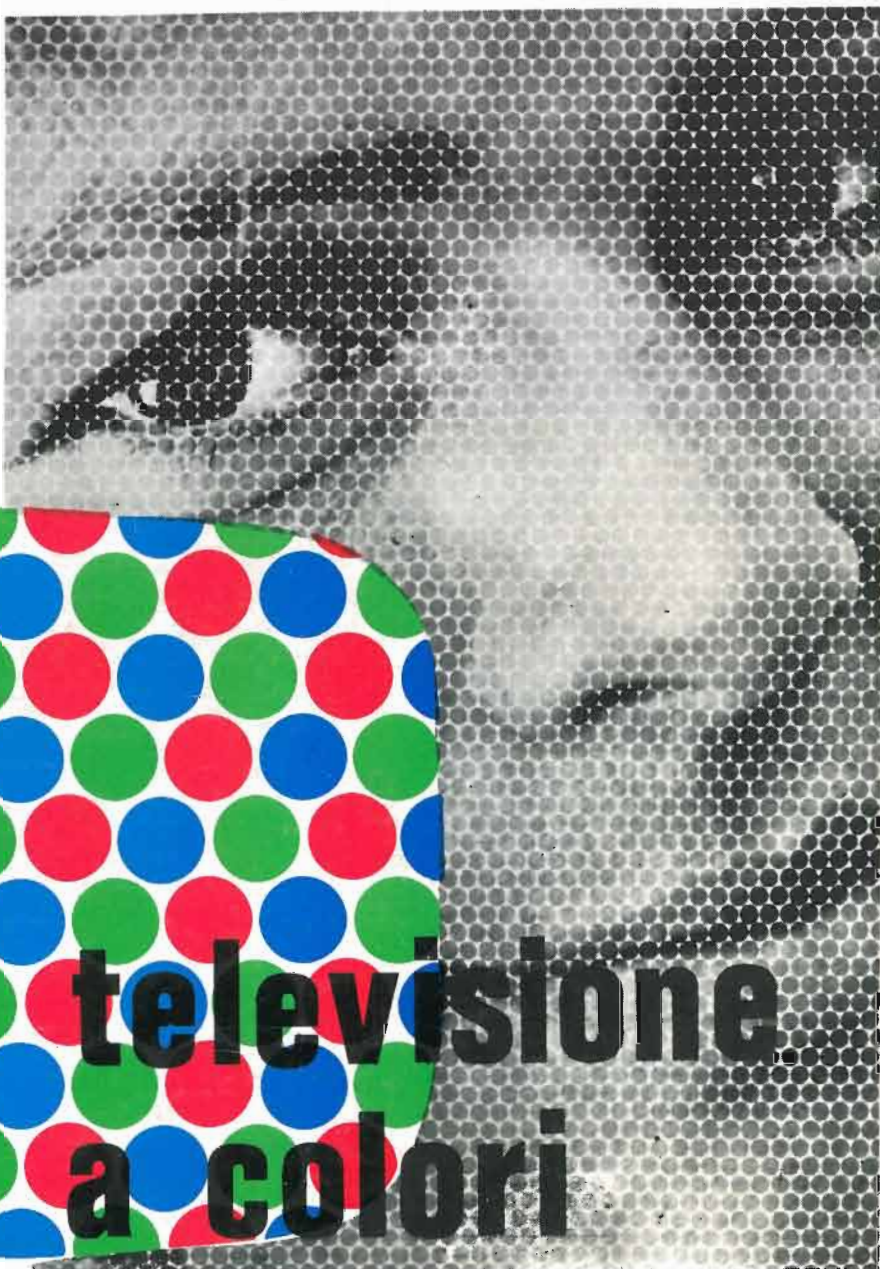
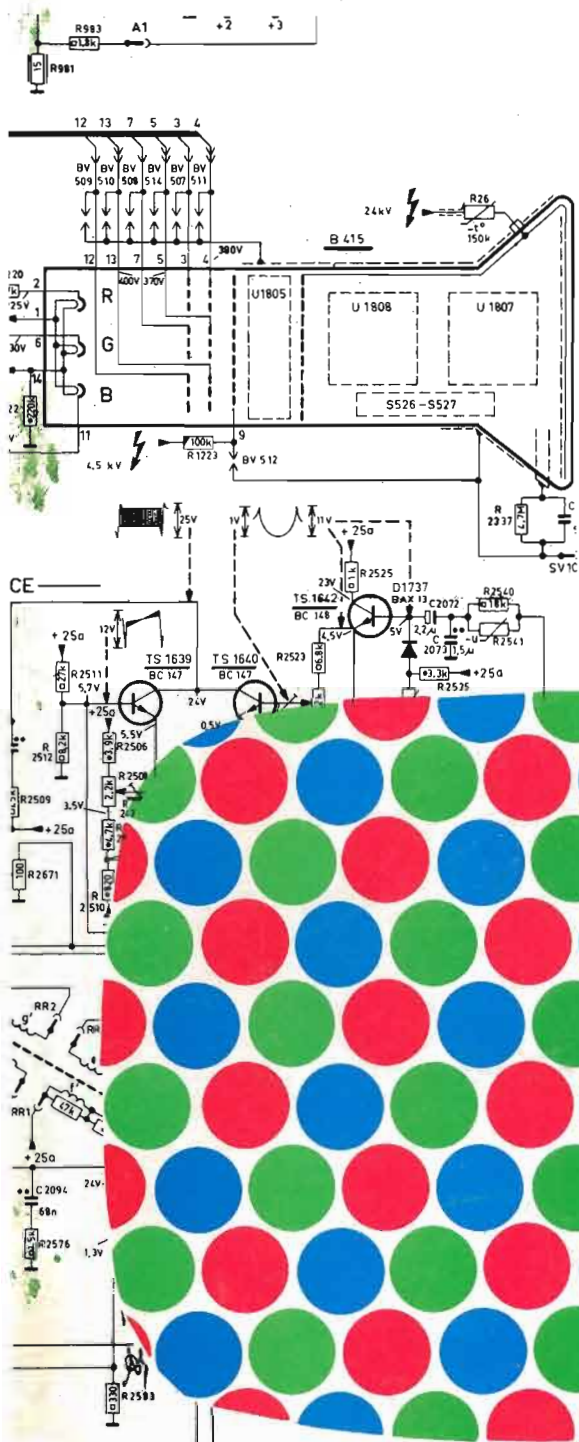
Service manual

SERV O MECUM

capitolo TV COLOR

PHILIPS

televisione a colori

INTRODUZIONE ALLA TELEVISIONE A COLORI

I. COLORE E PERCEZIONE CROMATICA

1-1. Aspetti fisici del colore

E' noto fin dai secoli scorsi che la luce solare non è formata da una sola componente ma bensì da una miscela di luci colorate. Ciò è dimostrato dal fatto che facendo passare un raggio di luce bianca attraverso un prisma, si ottiene la scomposizione nelle singole componenti (colori arcobaleno).

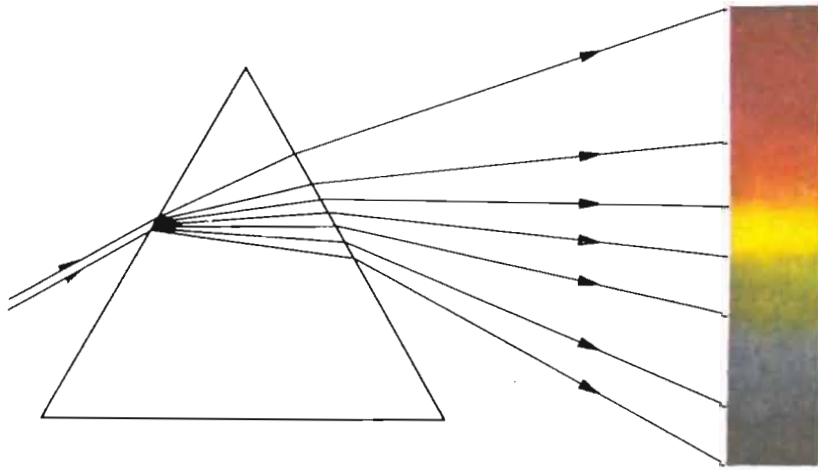



Fig. 1-1-1

A riprova di ciò facendo passare i colori dell'arcobaleno attraverso un altro prisma si riottiene la luce bianca.

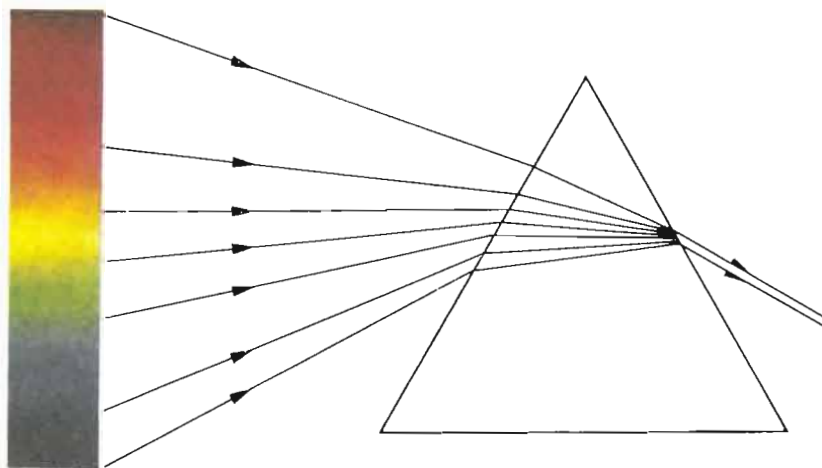



Fig. 1-1-2

Esaminando la luce bianca e le sue componenti si trova che queste sono radiazioni comprese nella gamma delle onde elettromagnetiche esistenti in natura.

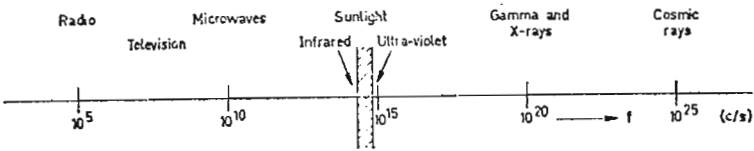



Fig. 1-1-3 Regione della luce solare nello spettro elettromagnetico

Come si vede dalla fig. 1-1-3 la luce occupa uno spazio ben preciso dell'intera gamma, e precisamente dalle radiazioni infrarosse alla radiazioni ultraviolette. Lo spettro delle luci colorate si estende da $3,8.10^{14}$ c/s (Rosso) a $7,9.10^{14}$ c/s (Violetto).

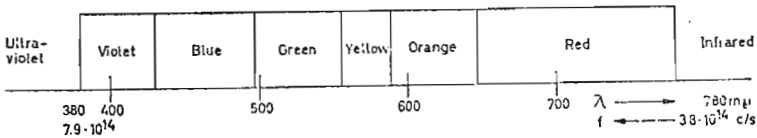



Fig. 1-1-4

La lunghezza d'onda dello spettro della luce solare si estende quindi da 780 mμ a 380 mμ. Su alcuni testi si usa come unità di misura l'Angstrom (un Angstrom) equivale a $10.^{10}$ m).

Da quanto esposto risulta che l'occhio umano per percepire l'impressione di luce bianca necessita di tutta la gamma di luci colorate compresa nello spettro della luce solare.

1.2 Percezione cromatica dell'occhio umano

La struttura dell'occhio umano è illustrata in fig.1-2-1.

Fig. 1-2-1

L'involucro esterno dell'occhio comprende al centro della parte frontale la cornea trasparente, subito dietro trova posto l'iride con la pupilla e la lente.
L'interno dell'occhio è formato da una massa gelatinosa circondata dalla retina, che a sua volta è collegata al nervo ottico il cui compito è quello di applicare gli stimoli luminosi al centro ottico del cervello.
Sulla retina sono depositati due tipi di organi fotosensibili chiamati coni e bastoncini.
La differenza sostanziale tra questi due organi è che i bastoncini sono preposti solo alla visione in bianco e nero, mentre i coni sono preposti alla visione del colore.
La retina comprende circa 100 milioni di bastoncini e da 5 a 10 milioni di coni. Da ciò risulta che il rapporto di sensibilità tra i bastoncini e i coni è di circa 10.000 : 1.
Quando gli organi fotosensibili della retina vengono colpiti dalla luce, inizia un processo fotochimico con conseguente stimolazione del nervo ottico che va ad interessare il centro ottico del cervello.
Ancora oggi non si è ben certi dell'esatto processo fotochimico che avviene nell'occhio umano e nessuno è riuscito a fornire una spiegazione dettagliata di tale fenomeno. La teoria più accettata dagli studiosi è che i coni sono suddivisi in tre gruppi, ognuno dei quali reagisce in modo diverso quando viene colpito dalle diverse luci colorate. I tre gruppi sono così suddivisi: uno sensibile alle luci comprese nella gamma dei rossi, uno sensibile alle luci comprese nella gamma dei blu, uno sensibile alle luci comprese nella gamma dei verdi.
Le tre curve di sensibilità relative ad ogni gruppo di coni sono illustrate in fig. 1-2-2. La somma di queste tre curve porta alla curva di sensibilità dell'occhio umano illustrata in fig. 1-2-3.

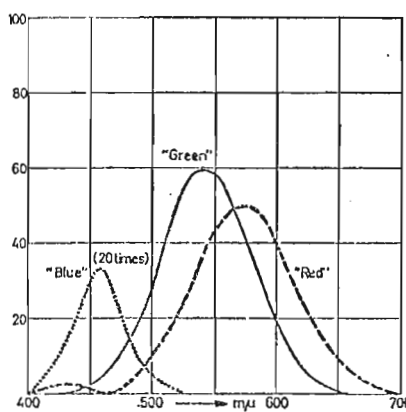



Fig. 1-2-2

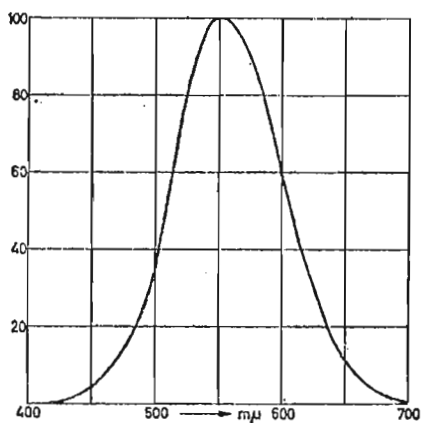



Fig. 1-2-3

Analizzando queste due figure si nota che il massimo della sensibilità è situato a circa 550 mμ, che corrisponde ad una zona dello spettro della luce solare relativa al giallo-verde.

1-3. Teoria tricromica

Il fatto che la retina comprenda solo tre tipi di coni, in apparenza non spiega come l'occhio possa percepire tutti i colori esistenti in natura. Il fenomeno si spiega come segue: Proiettando con la stessa intensità tre luci colorate (rossa - verde - blu) come in fig. 1-3-1, si può notare che dove non vi è sovrapposizione,

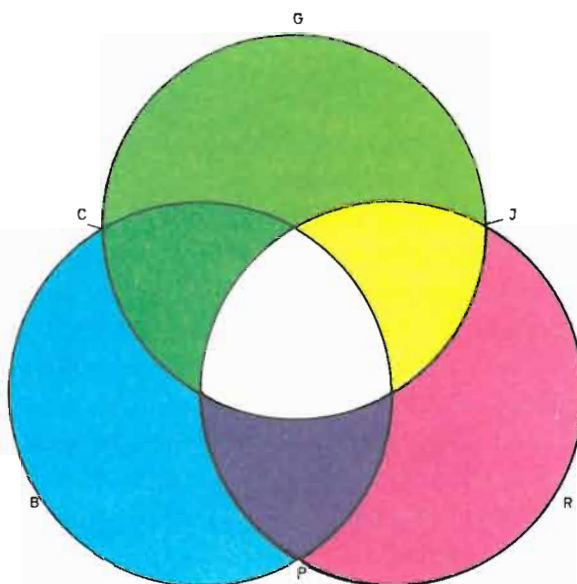



Fig. 1-3-1

l'occhio percepisce i singoli colori primari (eccitazione separata dei tre coni), mentre dove c'è la sovrapposizione di due luci l'occhio percepisce una terza tinta (colori complementari) data dalla somma dei due primari.
In particolare dalla somma del Rosso e Verde (primari) si ottiene il Giallo (complementare) dalla somma del Blu e Rosso (primari) si ottiene il Porpora (complementare) dalla somma del Verde e Blu (primari) si ottiene il Ciano (complementare). Dove si sovrappongono i tre primari si ottiene il Bianco.
Quest'ultimo non è il bianco della luce solare, in quanto questi è formato da tutte le diverse luci colorate comprese nello spettro.
Supponendo ora di variare l'intensità della sola luce verde si ottengono tutte le tinte che vanno dal Verde al Rosso passando per il Giallo, dal Verde al Blu passando per il Ciano ed il Bianco centrale assume una colorazione o porpora o verde.
Partendo quindi da questo esempio risulta logico che variando l'intensità relativa dei tre colori primari si ottengono tutte le tinte esistenti in natura.

Un'altra rappresentazione dei colori primari e complementari è illustrata in fig. 1-2-3 in cui si vede il cerchio colorimetrico comprendente tutte le lunghezze d'onda che vanno da 380 mμ a 780 mμ, più i colori porpora di cui non appare la

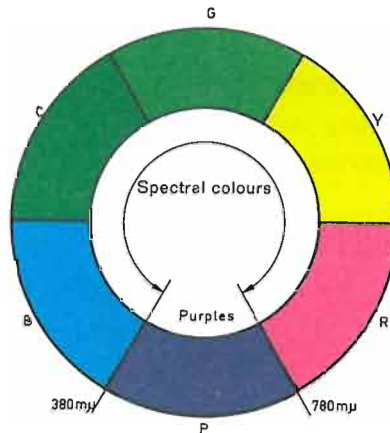
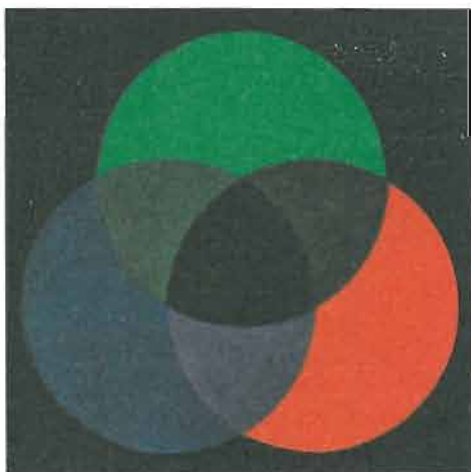
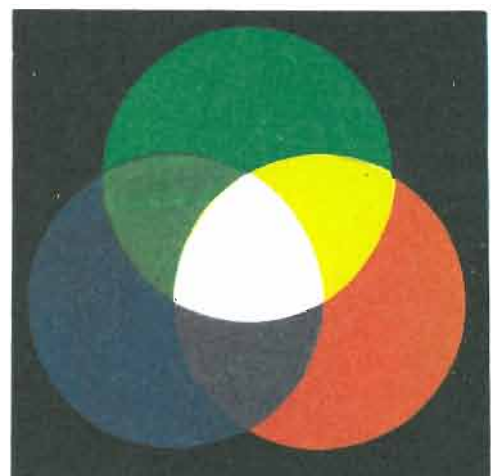



Fig. 1-3-2

lunghezza d'onda in quanto non sono compresi nella scissione della luce bianca del sole, ma che esistono in quanto creati artificialmente.
La lunghezza d'onda dei tre colori primari scelti per la televisione a colori sono Rosso ≃ 610 mμ, Verde ≃ 535 mμ e Blu ≃ 470 mμ.

1-4. Miscelazione additiva - miscelazione sottrattiva

La percezione di un'oggetto colorato avviene nel seguente modo: Quando l'oggetto viene colpito dalla luce bianca del sole, i pigmenti che compongono la sua superficie hanno la proprietà di assorbire tutte le lunghezze d'onda tranne una, che essendo riflessa viene percepita dal nostro occhio. Il valore della lunghezza d'onda riflessa, determina la colorazione (tinta) assunta dall'oggetto. E' chiaro che se la fonte luminosa cambia, ad esempio luce artificiale, cambia la lunghezza d'onda riflessa e quindi l'oggetto assume una colorazione diversa da quella naturale.

Fig. 1-4-1

Miscelazione sottrativa

Miscelazione additiva

Esistono due tipi di miscelazione per la riproduzione del colore: Miscelazione additiva (somma di luci colorate) già accennata al paragrafo 1-3 e miscelazione sottrattiva usata in fotografia, stampa, pittura.
La differenza sostanziale tra quesi due tipi di miscelazione è che, mentre nella miscelazione additiva più tipi di luci colorate si vanno a sommare e più ci si avvicina alla luce bianca del sole, nella miscelazione sottrattiva più tipi di pigmenti colorati (vernici) si vanno a mescolare e più ci si avvicina al nero.

1-5 Tinta - saturazione - luminosità

Oltre alla tinta, determinata dalla lunghezza d'onda della radiazione elettromagnetica, la luce colorata possiede altre due caratteristiche fondamentali quali la saturazione e la luminosità.
Con saturazione si intende la quantità di luce bianca diluita nel colore. Se quindi alle tre luci colorate di figura 1-3-1 aggiungiamo una fonte di luce bianca, si noterà una diluizione di tutti i colori (passando per esempio da un Rosso vivo ad un Rosso pallido).
Con luminosità si intende la brillantezza del colore, che è direttamente proporzionale all'energia della fonte luminosa (è chiaro che un faretto composto da una lampada da 200 W fornisce maggior luminosità di un faretto composto da una lampada da 100 W). L'unità di misura della luminosità è lumen / m^2.
Il colore viene definito dalla tinta, saturazione e luminosità, oppure secondo la teoria tricromica è composto da una certa percentuale di Rosso-Verde-Blu, in funzione dell'energia delle fonti luminose usate.
Nel paragrafo 1-4 si è visto che un'oggetto risulta colorato in quanto ha la proprietà di riflettere una sola componente dello spettro e quindi, in natura non possono esistere colori saturi al 100% in quanto, l'onda riflessa rappresenta solo una piccola percentuale dell'energia totale irradiata.

1-6. Diagramma colorimetrico

Per rappresentare su un grafico i tre colori primari, la saturazione e la luminosità, si deve ricorrere ad una configurazione tridimensionale come in fig.1-6-1 dove possiamo vedere che i tre colori primari sono situati ai vertici B-R-G, mentre la luminosità è rappresentata dall'asse W.

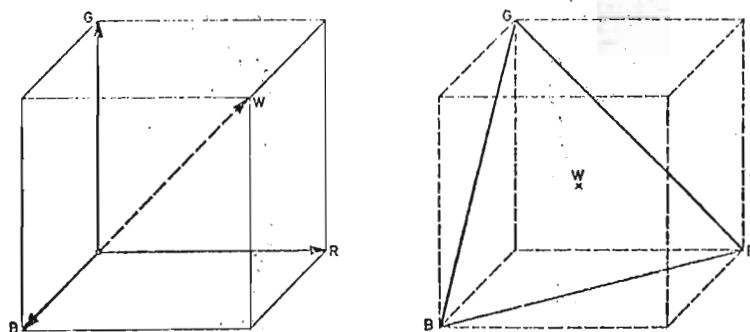



Fig. 1-6-1

Supponendo di usare i tre colori primari con la medesima intensità si può tralasciare l'asse della luminosità passando alla configurazione piana del triangolo di cromaticità rappresentato anch'esso in fig. 1-6-1.
Riportando questo triangolo in una rappresentazione più chiara si giunge alla fig. 1-6-2 in cui, si vede che i tre colori sono ai vertici del triangolo ed i

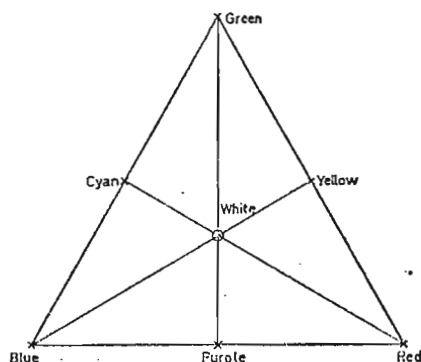
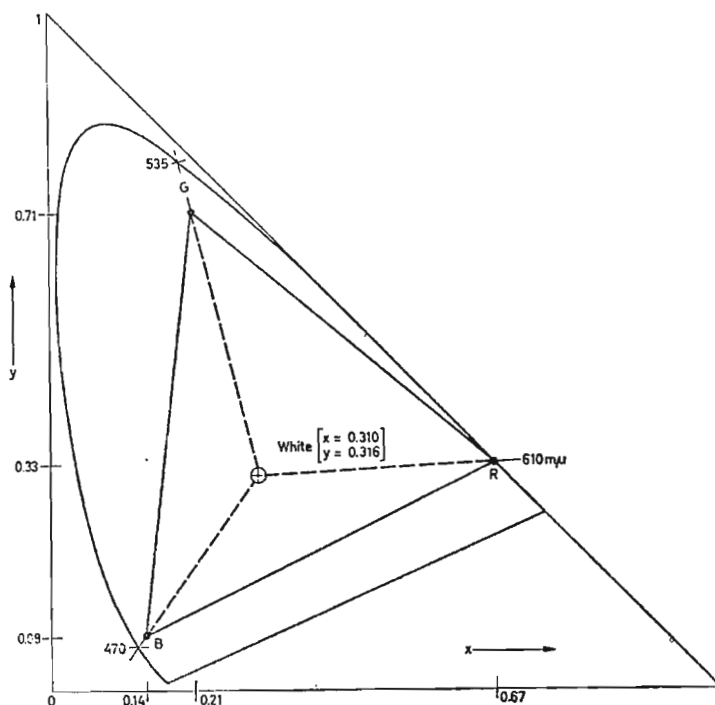
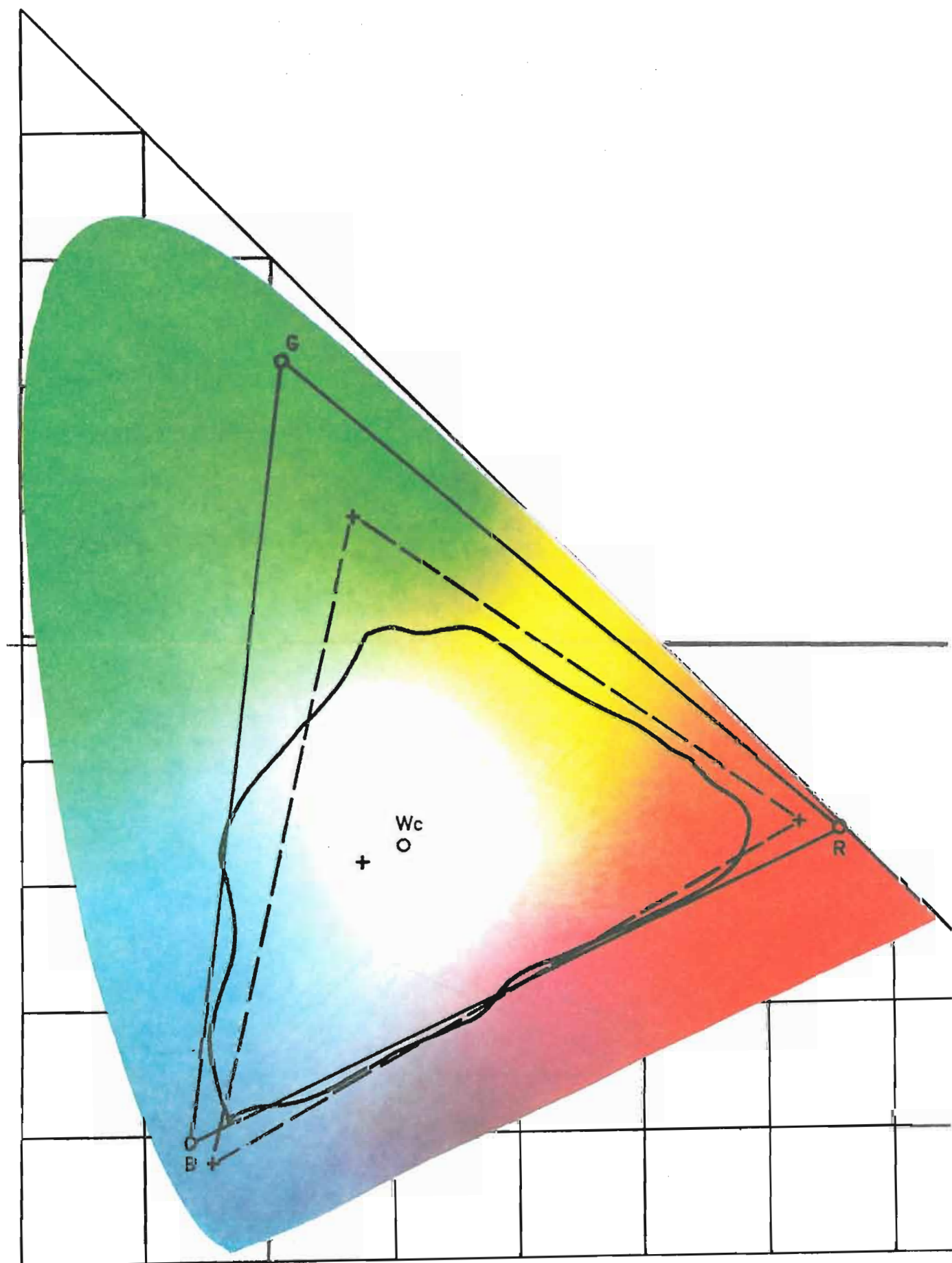



Fig. 1-6-2

relativi complementari sono sui lati opposti. Il punto d'incrocio dei tre assi (R-G-B) corrisponde al bianco.
In figura 1-6-3 è rappresentato il diagramma colorimetrico dove, si può vedere la posizione del triangolo colorimetrico usato nella televisione a colori.
In modo particolare ricordiamo che la lunghezza d'onda dei tre colori primari scelti sono: Rosso 610 mμ, Verde 535 mμ e Blu 470 mμ.

Fig. 1-6-3

G
Wc
R
B

La rappresentazione della tinta e della saturazione è illustrata in fig. 1-6-4, dove si può vedere che sulla circonferenza del cerchio sono indicate le varie tonalità.

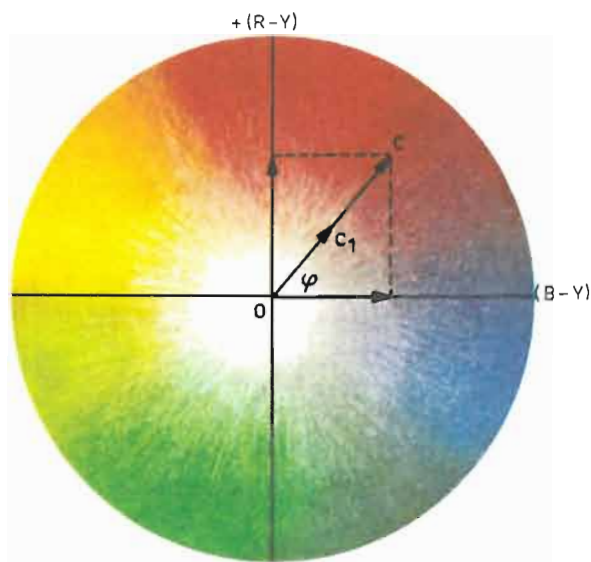



Fig. 1-6-4

Esse sono rappresentate al massimo della saturazione lungo tutta la linea periferica, mentre man mano che si va verso il centro del cerchio le tinte si desaturano sempre più. Il rapporto tra il colore ed il bianco determina il grado di saturazione. Perciò sul centro del cerchio, la saturazione dei colori risulta uguale a zero e quindi rimane solo il bianco. Da quanto esposto si deduce che un vettore con origine al centro rappresenta la tinta a secondo della sua posizione angolare o fase e la saturazione a secondo della sua lunghezza.

TRASMISSIONE DEL SEGNALE COLORE

2-1. Compatibilità

Si intende per compatibilità la possibilità che un televisore in bianco e nero, possa ricevere una trasmissione a colori, riproducendola in B/N senza dover apportare alcuna modifica.
Naturalmente deve esistere la compatibilità inversa, e cioè una trasmissione in B/N deve essere ricevuta dal televisore a colori in B/N. Fatta questa premessa vediamo quali sono i segnali fondamentali per eseguire una trasmissione in B/N. Tali segnali dovranno rimanere inalterati anche nella trasmissione a colori.

Portante video Segnale video Sincronismi di riga e di quadro	Per lo standard CCIR la modulazione video è negativa ed in ampiezza
Portante audio Segnale audio	Per lo standard CCIR la portante audio viene modulata in frequenza e deve distare 5,5 MHz dalla portante video.

Per eseguire una trasmissione a colori occorre aggiungere ai segnali sopra citati le seguenti informazioni.

Portante colore
Informazione colore
Sincronismo colore

2-2. Formazione del segnale colore

Per eseguire una trasmissione a colori è necessario che la luce relativa all'immagine ripresa dalla telecamera venga suddivisa nelle tre componenti primarie (Rosso - Verde - Blu).
Il sistema di trasmissione più semplice è quello di inviare al ricevitore a colori i segnali Rosso - Verde - Blu in uscita dalla telecamera, senza alcuna elaborazione (per esempio TVC a circuito chiuso) Fig. 2-2-1.

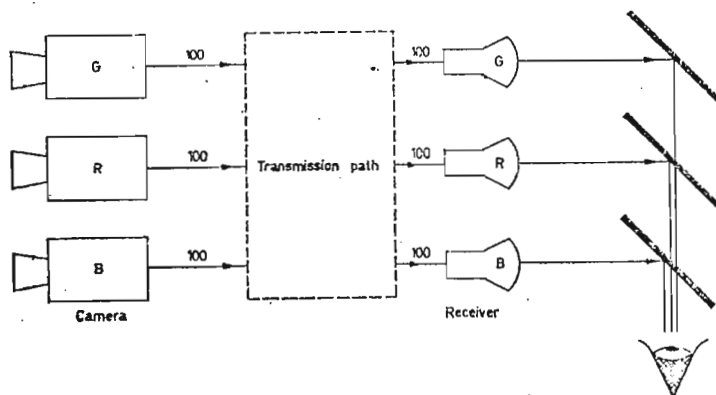



Fig. 2-2-1

Per esigenze di compatibilità non si può usare il sistema illustrato in fig.2-2-1, ma è necessario ricavare dai tre segnali primari l'informazione di luminosità (segnale video) che d'ora in avanti chiameremo segnale di luminanza y.
Per ricavare questo segnale occorre riprendere in esame la curva di sensibilità dell'occhio umano in fig. 1-2-3.
Da questa figura si nota che la sensibilità dell'occhio non è uguale per tutte le lunghezze d'onda, ma segue la seguente legge:
In presenza di un valore unitario (uguale per ciascun colore primario) di luce Verde, Rossa, Blu, il nostro occhio ne percepisce solo 0,30 di Rosso, 0,59 di Verde e 0,11 di Blu.
In pratica poichè la telecamera si deve comportare come un'occhio umano è necessario che questa rispetti la curva di sensibilità di fig.1-2-3, per cui in uscita dai tre tubi da ripresa occorre eseguire un prelievo pari a 0,30R+0,59V + 0,11B.

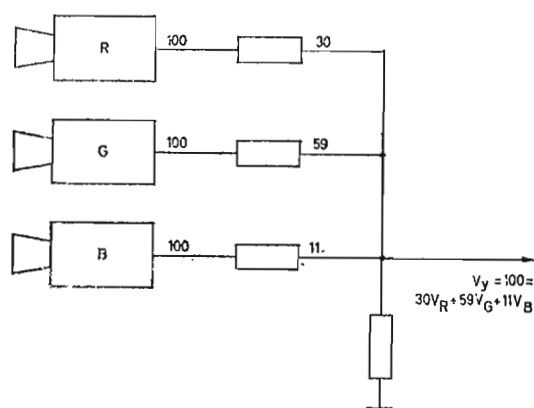



Fig. 2-2-2

Eseguendo tale riduzione il segnale di luminanza y in uscita dalla telecamera a colori è uguale al segnale in uscita dalla telecamera in bianco e nero che sta esplorando la medesima immagine.

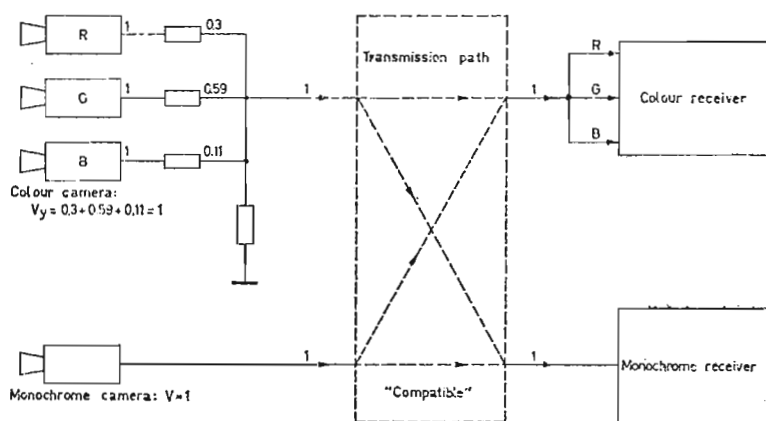



Fig. 2-2-3

Il segnale di luminanza così ottenuto ($y = 0{,}30R + 0{,}59V + 0{,}11B$) va a modulare in ampiezza la portante video.
Per ottenere la trasmissione a colori occorre inviare al ricevitore i segnali addizionali R-V-B. Poichè però il segnale di luminanza è già stato inviato (compatibilità), si rende necessario sottrarre la luminanza dai segnali R-V-B in quanto questi ultimi comprendono i relativi livelli di luminosità. Ciò da origine ai segnali differenza colore R-Y, B-Y.

2-3. Formazione dei segnali differenza colore

Abbiamo visto che per effettuare una trasmissione a colori si devono trasmettere oltre al segnale di luminanza, i segnali differenza colore.
Per ragioni che risulteranno più evidenti in seguito, vengono trasmessi solo due dei tre segnali differenza colore e cioè il segnale (R-Y) e il segnale (B-Y) così composti:

$$R-Y = 1R-(0{,}30R + 0{,}59V + 0{,}11B) = 0{,}70R - 0{,}59V - 0{,}11B$$
$$B-Y = 1B-(0{,}30R + 0{,}59V + 0{,}11B) = 0{,}30R - 0{,}59V - 0{,}89B$$

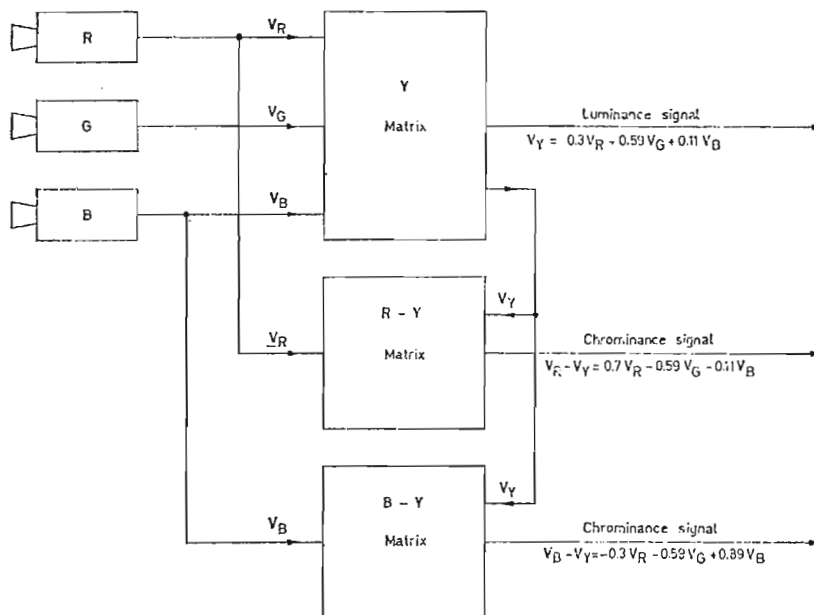



Fig. 2-3-1

Il segnale V-Y che non viene trasmesso, si ricava nel ricevitore mediante il circuito di matrice basato sul seguente principio:

$$Y = 0{,}30R + 0{,}59V + 0{,}11B = 1$$

La formula sopra riportata eguaglia la luminanza y ad 1 in quanto si suppone che la telecamera stia esplorando un quadro bianco. Anche la telecamera in bianco e nero esplorando la stessa immagine, fornirebbe un segnale video (luminanza) uguale ad 1 per cui si può scrivere che:

$$Y = 0{,}30R + 0{,}59Y + 0{,}11B = 0{,}30Y + 0{,}59Y + 0{,}11Y$$

$$0{,}30R + 0{,}59V + 0{,}11B - 0{,}30Y - 0{,}59Y - 0{,}11Y = 0$$

$$0{,}30\ (R-Y) + 0{,}59\ (V-Y) + 0{,}11\ (B-Y) = 0$$

$$0{,}59\ (V-Y) = -0{,}30\ (R-Y) - 0{,}11\ (B-Y)$$

$$V-Y = \frac{-0{,}30\ (R-Y) - 0{,}11\ (B-Y)}{0{,}59} = -0{,}51\ (R-Y) - 0{,}19\ (B-Y)$$

La formula finale su esposta ci indica che il segnale V-Y può essere ricostruito nel ricevitore mediante una matrice a cui sono applicati solo i due segnali trasmessi (R-Y) e (B-Y). Questo circuito di matrice altro non è che un partitore resistivo che preleva il 51% di -(R-Y) ed il 19% di -(B-Y). I tre segnali differenza colore presenti nel ricevitore, vengono applicati alle tre griglie 1 (G1) del cinescopio, mentre al catodo viene applicato il segnale di luminanza Y.

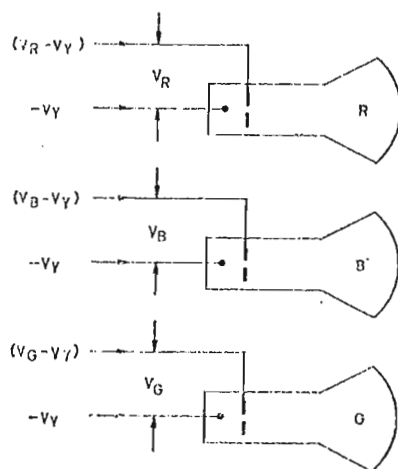



Fig. 2-3-2

Come si vede dalla figura 2-3-2 il cinescopio è stato suddiviso, per motivi di chiarezza in tre sezioni. Il segnale Y applicato ai catodi serve ad annullare il segnale -y applicato alle griglie, in modo tale che sullo schermo appaiono le sole informarzioni R-V-B che rispecchiano i segnali in uscita dalla telecamera.

2-4. Modulazione in quadratura

Per trasmettere i due segnali differenza colore R-Y e B-Y ci si avvale di un particolare sistema di modulazione d'ampiezza. Nella modulazione di ampiezza il segnale di portante subisce una variazione d'ampiezza in funzione del segnale modulante come illustrato in fig. 2-4-1.
Per comprendere meglio il processo di modulazione occorre in primo luogo, vedere come si può rappresentare un'onda sinusoidale con un vettore rotante in senso antiorario, come illustrato in fig. 2-4-2.

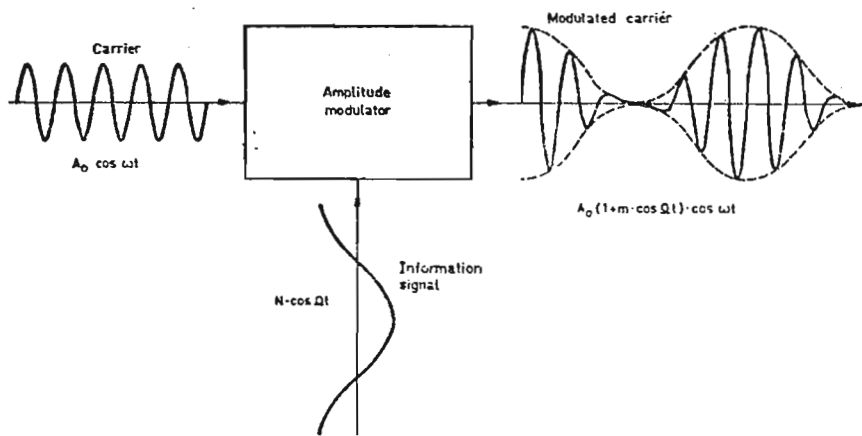



Fig. 2-4-1

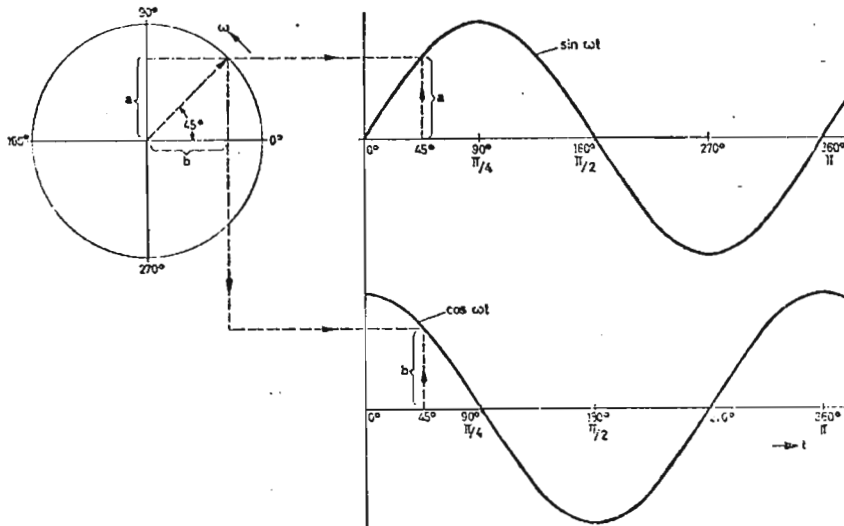



Fig. 2-4-2

Come si può vedere, la posizione angolare che assume tale vettore, esprime la fase della sinusoide istante per istante, mentre la proiezione sull'asse delle ascisse del punto di incontro del vettore sul perimetro del cerchio, esprime l'ampiezza della sinusoide istante per istante. Appare chiaro che si può rappresentare un'onda sinusoidale o cosinusoidale con un vettore che esprime sia la fase che l'apiezza della sinusoide istante per istante. La velocità angolare del vettore esprime invece la frequenza della sinusoide.

In fig. 2-4-3 viene rappresentata la forma di una portante, modulata in ampiezza con una profondità di modulazione del 100%.

Nella medesima figura appare anche la scomposizione della portante modulata in ampiezza, nelle sue componenti essenziali che sono: la frequenza della portante non modulata (in grassetto), la frequenza della banda laterale superiore (punteggiata) la frequenza della banda laterale inferiore (tratteggio).

Supponendo che la portante si modulata al 100% ed abbia una frequenza di 100 KHz e la modulante una frequenza di 10 KHz, in uscita dal modulatore saranno presenti la portante di 100 KHz con ampiezza 100%, la banda laterale superiore con frequenza 110 KHz ed ampiezza 50%, la banda laterale inferiore a 90 KHz ed ampiezza 50%.

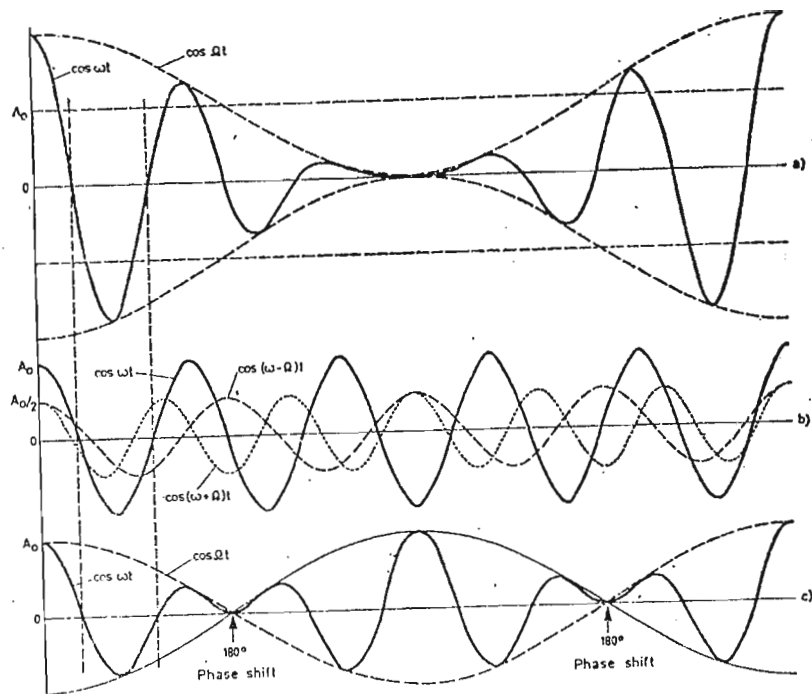



Fig. 2-4-3

Da quanto esposto risulta chiaro che se si usa una frequenza modulante di 10 KHz, la banda occupata risulta di 20 KHz (da 90 a 110 KHz).
In figura 2-4-4 è illustrata la rappresentazione vettoriale delle tre frequenze con relative ampiezze.

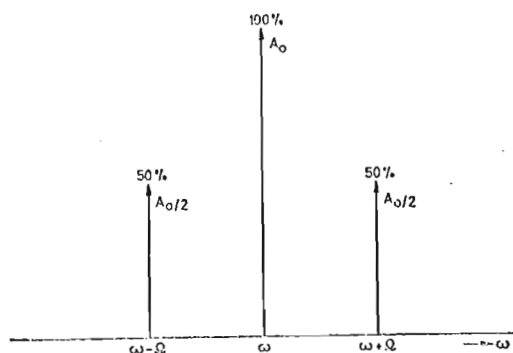



Fig. 2-4-4

Per rappresentare l'andamento in ampiezza della portante modulata, in funzione della tensione modulante ci si avvale della figura 2-4-5.

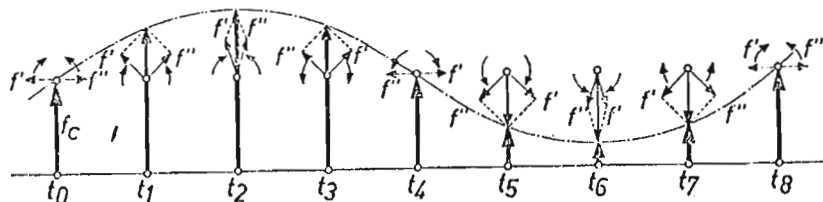



Fig. 2-4-5

In questa figura si può vedere che l'ampiezza della portante subisce un'incremento ed una diminuizione in funzione della fase istantanea delle bande laterali.
La somma vettoriale delle due bande laterali (prodotto di modulazione) si trova sempre sull'asse della portante.
Il particolare sistema di modulazione d'ampiezza usato per la trasmissione dei segnali differenza colore è chiamato modulazione in quadratura a portante soppressa.
La modulazione a portante soppressa viene eseguita con un modulatore bilanciato che fornisce in uscita il solo prodotto di modulazione (somma delle bande laterali).

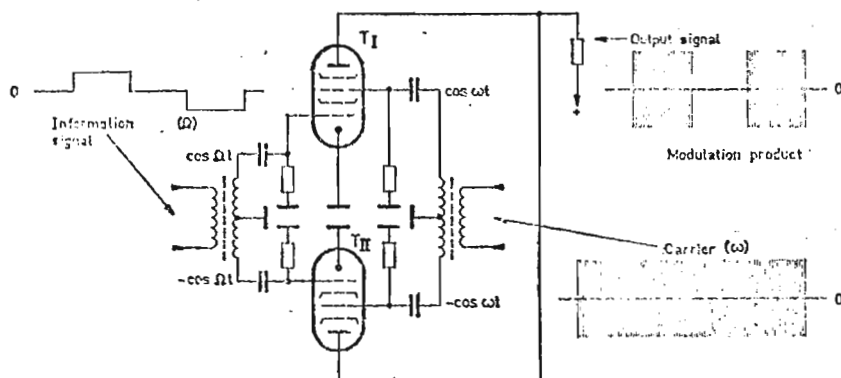



Fig. 2-4-6

In fig. 2-4-6 è illustrato lo schema di principio di un modulatore bilanciato realizzato con due valvole. La portante è applicata alle griglie 3 in opposizione di fase per cui, in assenza del segnale modulante sulla g1, agli anodi si ha l'annullamento della portante.
Il segnale modulante è applicato in opposizione di fase alle g1, per cui in assenza di portante non si ha alcun segnale sugli anodi.
Applicando contemporaneamente i due segnali di portante e di modulante, le valvole TI e TII vanno in conduzione solo quando si verifica che i segnali applicati alla g1 e g3 sono positivi.
Applicando un segnale modulante positivo alla g1 di TI si ha che questa valvola va in conduzione, mentre TII ricevendo in g1 un segnale negativo va in interdizione. In tal modo il modulatore non è più bilanciato e quindi la valvola TI, fornirà in uscita parte del prodotto di modulazione. Invertendo la polarità del segnale modulante sarà la valvola TII a fornire il segnale in uscita. Con questo sistema si ottiene in uscita il solo prodotto di modulazione senza portante.
Riassumendo si può affermare che fintanto che il modulatore è bilanciato questi non fornisce alcun segnale in uscita. Quando invece vi è uno sbilanciamento del circuito, prodotto dal segnale modulante, si avrà in uscita il solo prodotto di modulazione.
Per eseguire la modulazione in quadratura si usano due modulatori bilanciati (vedi fig. 2-4-7), i cui segnali di portante sono sfasati tra di loro di 90°, mentre i due segnali modulanti (R-Y) e (B-Y) modulano simultaneamente la portante. In tal modo i due prodotti di modulazione, sommati vettorialmente in uscita, saranno anch'essi sfasati di 90° per cui non vi è alcuna interazione tra essi.

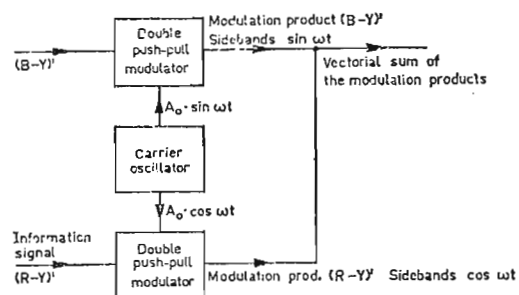



Fig. 2-4-7

I segnali in uscita dai modulatori sono rappresentati in fig. 2-4-8.

R-Y

90°

B-Y

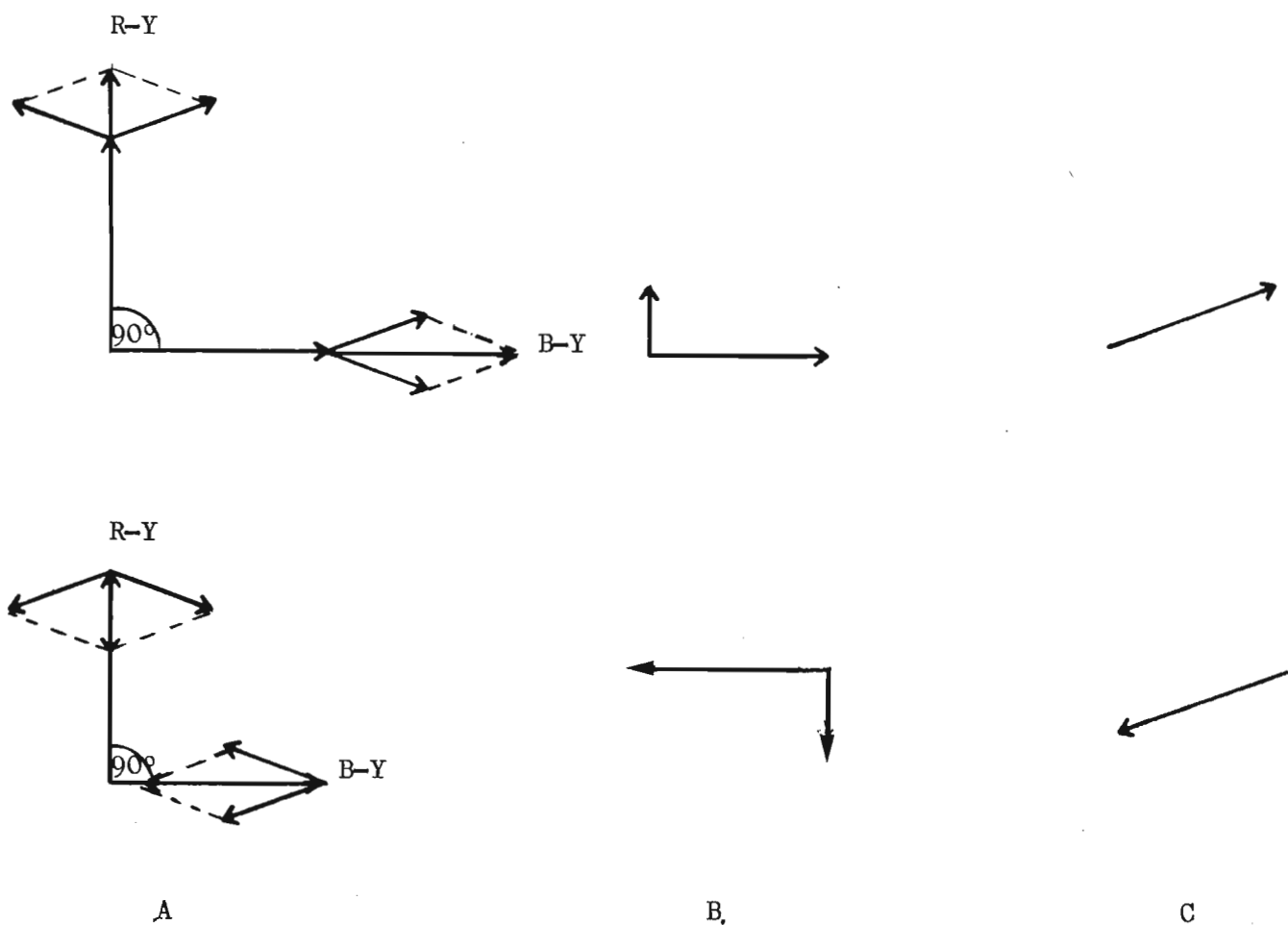
R-Y

90°

B-Y

A

B

C

Modulazione dei segnali R-Y e B-Y con portante

Prodotti di modulazione

Segnali di crominanza

In fig. 2-4-8 A è stato messo in risalto che i prodotti di modulazione ricavati dal modulatore in quadratura si trovano sull'asse della portante e possono essere sia positivi che negativi. In fig. 2-4-8 B è stato illustrato il prodotto di modulazione in uscita dai modulatori bilanciati, mentre nella figura 2-4-8 C si vede il segnale di crominanza ricavato dalla somma vettoriale dei segnali in uscita dai modulatori.
Questo segnale di crominanza è rappresentato da un vettore che può essere positivo o negativo ed in uno qualsiasi dei quattro quadranti.
Se facciamo ora riferimento al cerchio colorimetrico di fig. 1-6-4 si vede che il vettore di crominanza esprime con la lunghezza la saturazione e con la fase la tinta.

2-5. Oscillatore di sottoportante - Sincronismo colore

Ai due modulatori in quadratura(bilanciati) di fig. 2-4-7 vengono applicati i segnali differenza colore R-Y e B-Y che devono eseguire la modulazione della portante colore. Poichè questa portante colore viene soppressa nei modulatori e per distinguerla dalla portante principale che è la portante video, d'ora in avanti verrà sempre chiamata "Sottoportante di crominanza". La frequenza di questa sottoportante è stata scelta nella gamma delle frequenze video dello standard B/N (0-5MHz) in modo però da non disturbare la ricezione sia in B/N che a colori. Tale scelta è stata effettuata analizzando la distribuzione dell'energia che viene a crearsi in un canale televisivo durante l'esplorazione dell'immagine.
Osservando la fig. 2-5-1 si nota che l'energia è distribuita ad intervalli

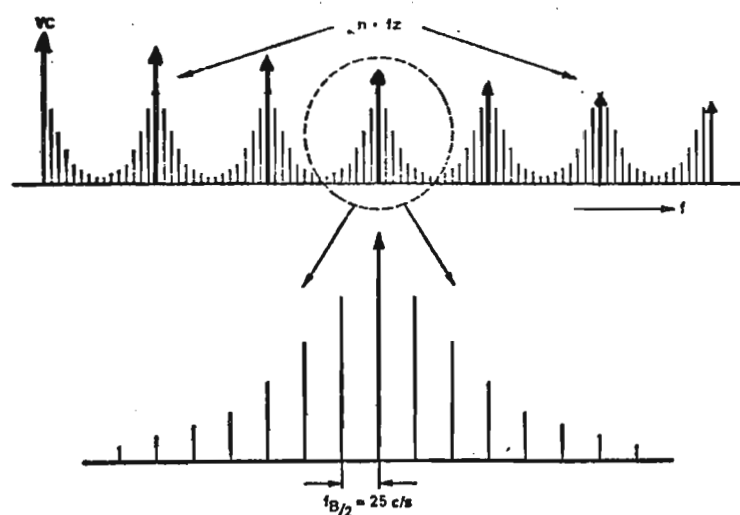



Fig. 2-5-1

multipli della frequenza di riga e di quadro e che maggiore è la frequenza (dettagli piccoli) minore risulta l'energia. Se poi la frequenza del segnale di sottoportante è un multiplo dispari di metà della frequenza di riga, l'informazione di crominanza prende posto negli spazi senza energia della portante video.

Tale frequenza è stata pertanto scelta a circa 4,43 MHz e naturalmente crea una certa interferenza (battimento) nel rivelatore video del televisore sia con la portante video che con la portante audio. Dal battimento con la portante video si ottiene la frequenza di 4,43 MHz, mentre dal battimento con la portante audio si ottiene una frequenza di 1,1 MHz. Al fine di ridurre queste interferenze, la sottoportante di crominanza viene soppressa nei modulatori bilanciati del trasmettitore e vengono trasmesse le sole bande laterali (prodotto di modulazione). Rimane comunque una piccola interferenza tra il prdotto di modulazione trasmesso e le portanti audio e video. Queste interferenze residue non si possono eliminare completamente ma vengono attenuate ogni due semiquadri(Fig.2-5-2 A) e (Fig. 2-5-2 B).
L'occhio umano esegue un'integrazione di questi due fenomeni ricavandone una sensazione di grigio (Fig. 2-5-2 C).

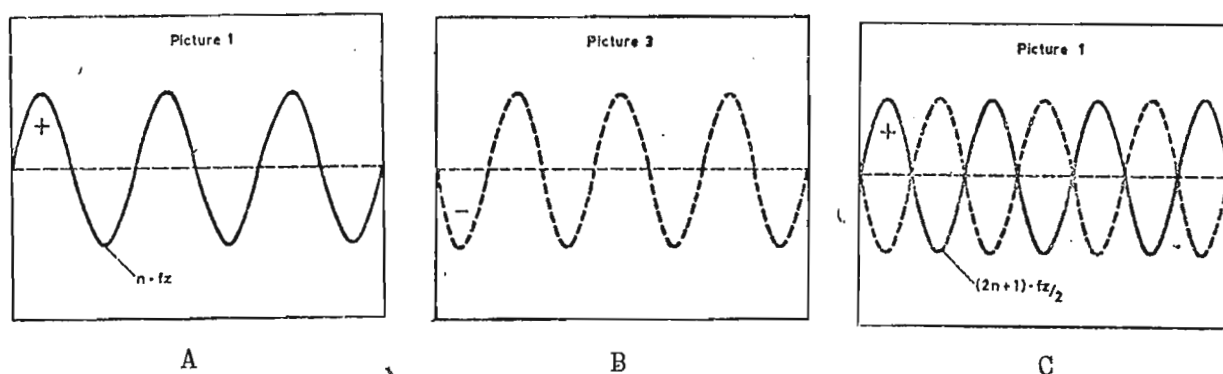



Fig. 2-5-2

Ciò è dovuto alla scelta particolare della frequenza dell'oscillatore di sottoportante come multiplo dispari di metà della frequenza di riga.
Se poi si considera che questa interferenza non ha una struttura geometrica fissa e ben precisa sullo schermo, ma varia in continuazione, è praticamente molto difficile che l'occhio umano riesca a percepire tali disturbi. Vedremo poi che nel ricevitore vengono prese ulteriori precauzioni per ovviare in modo completo a tali inconvenienti. La frequenza di 4,43 è la 283^a armonica di metà della frequenza di riga.

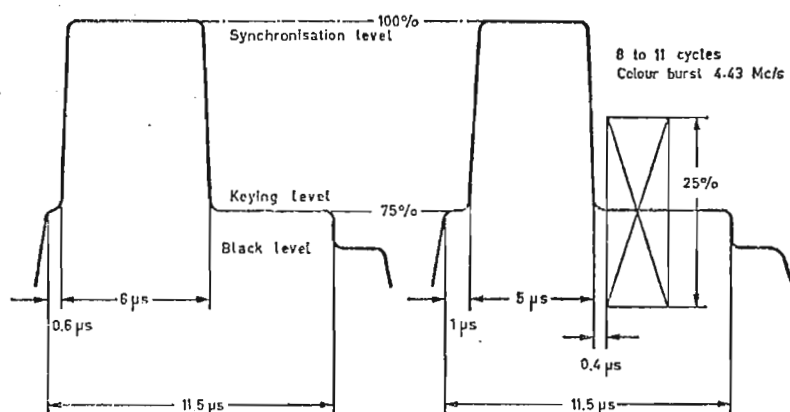



Fig. 2-5-3

Si è precedentemente accennato al fatto che, per diminuire le interferenze, la sottoportante di crominanza viene soppressa nel trasmettitore e quindi, per eseguire la demodulazione del segnale di crominanza, il televisore deve essere equipaggiato di un oscillatore locale alla frequenza di 4,43 MHz controllato a quarzo. La frequenza di 4,43 MHz dell'oscillatore locale deve avere la stessa fase dell'oscillatore di sottoportante del trasmettitore. Per eseguire questa sincronizzazione, l'emittente deve fornire il segnale di sincronismo colore o "Burst". Tale segnale è una campionatura dell'oscillatore del trasmettitore composto da 8-12 oscillazioni a 4,43 MHz con fase -(B-Y), inviate sul piedistallo posteriore dell'impulso di sincronismo di riga (vedi fig. 2-5-3).
L'ampiezza picco-picco del segnale di burst corrisponde esattamente all'ampiezza dell'impulso di sincronismo è cioè il 25% dell'ampiezza della portante.

2-6. Schema a blocchi di un trasmettitore (fig 2-6-1)

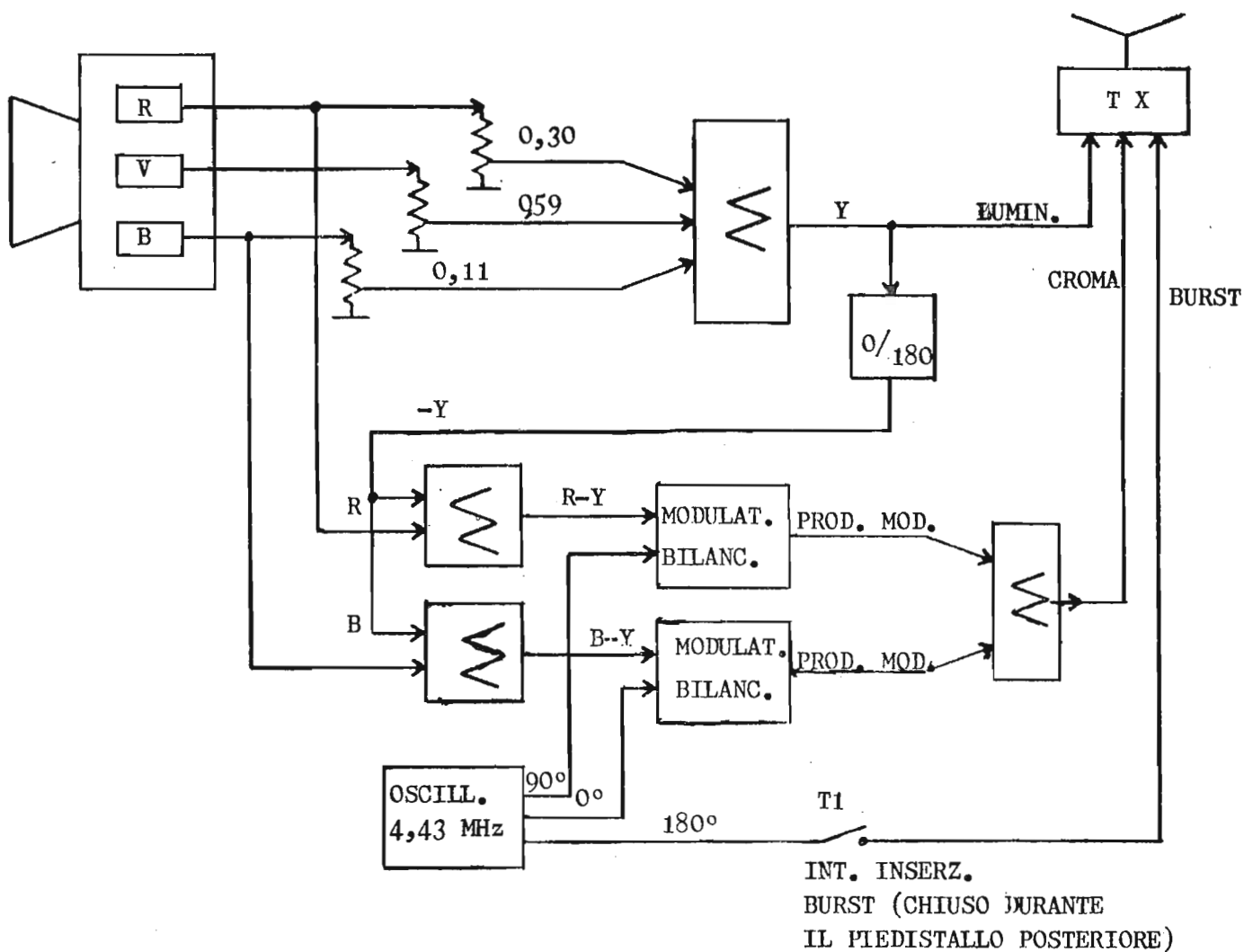



Fig. 2-6-1

Segnale di luminanza Y

Il segnale di luminanza Y (segnale video) deve essere ricavato dalla telecamera a colori in modo da rispettare le condizioni di compatibilità é quindi, deve avere le stesse caratteristiche del segnale ricavato dalla telecamera in bianco e nero che sta esplorando la stessa immagine.
Quando la telecamera esplora un'immagine bianca, sull'uscita dei tre tubi da ripresa si ottengono tre tensioni unitarie, dalle quali vengono prelevate separatamente delle tensioni secondo il seguente rapporto.

$$Y = 030R + 059V + 011B$$

La somma di queste tre tensioni costituisce il segnale Y che dopo aver subito le opportune elaborazioni e correzioni va a modulare in ampiezza la portante video nel modo consueto. Per lo standard Europeo il senso di modulazione è quello negativo e la larghezza di banda è di 5,5 MHz (Fig. 2-6-2).

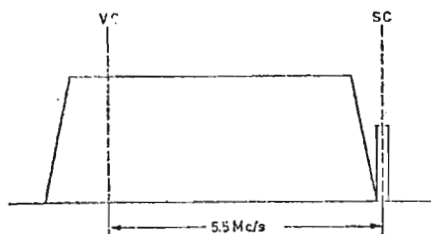



Fig. 2-6-2

Segnale di crominanza

Per formare il segnale di crominanza occorre eseguire la somma dei prodotti di modulazione dei segnali differenza colore R-Y e B-Y. I segnali differenza colore vengono ricavati in due circuiti sommatori a cui sono applicati i segnali R e B in uscita dai tubi da ripresa, ed il segnale Y sfasato di 180° (che diventa -Y). I segnali R-Y e B-Y in uscita dai sommatori vanno a modulare le rispettive sottoportanti nel modulatore bilanciato. Vi ricordiamo che le frequenze delle due sottoportanti è 4,43 MHz, mentre la fase è rispettivamente 0° per la sottoportante B-Y e 90° per la sottoportante R-Y (fig. 2-6-3).

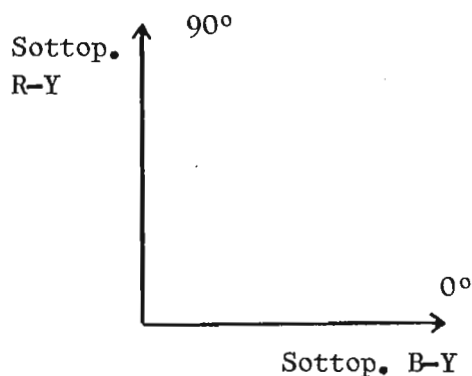



Fig. 2-6-3

Il modulatore bilanciato, già descritto nel paragrafo 2-4, è un circuito che fornisce in uscita il solo prodotto di modulazione; è sufficiente però che manchi uno dei due segnali d'ingresso (segnale modulante o segnale portante) perchè l'uscita sia zero.
I due prodotti di modulazione così ottenuti, vengono sommati insieme in un altro circuito sommatore formando il vero e proprio segnale di crominanza (Fig. 2-6-4).

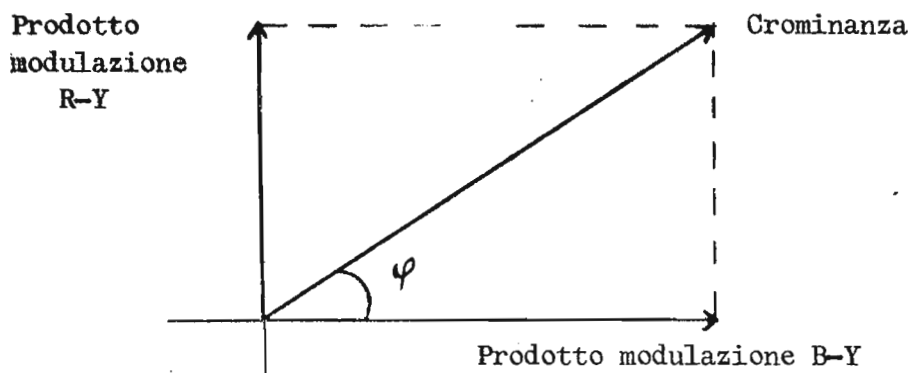



Fig. 2-6-4

Il vettore di crominanza si può trovare in uno qualsiasi dei 4 quadranti e la sua fase φ determina la tinta, mentre la sua lunghezza determina la saturazione (fare riferimento alla ruota colorimetrica di fig. 1-6-4).
Poichè l'occhio umano ha una sensibilità molto scarsa ai colori in quanto il rapporto tra i bastoncini e i coni è di circa 10.000 : 1 (vedi paragrafo 1-2), è perfettamente inutile trasmettere le informazioni di crominanza con una larghezza di banda di 5 MHz come per il bianco e nero.
Il segnale differenza colore B-Y viene pertanto trasmesso con una larghezza di banda superiore di +0,6 MHz e inferiore di -0,6 MHz rispetto al 4,43 MHz, mentre il segnale R-Y viene trasmesso con una larghezza di banda inferiore di -1,8 MHz e larghezza di banda superiore di +0,6 MHz (vedi fig. 2-6-5) in accordo con la curva di sensibilità dell'occhio umano ai vari colori.

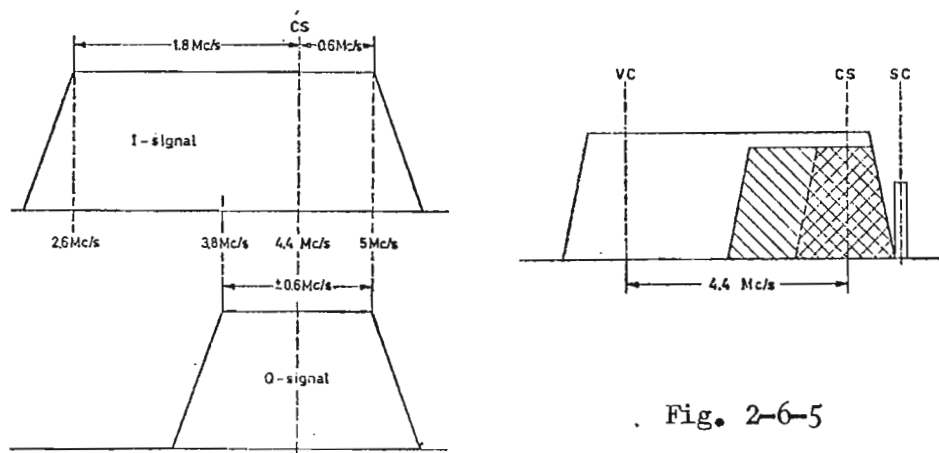



Fig. 2-6-5

A questo punto possiamo affermare che il segnale completo per rendere una trasmissione a colori è formato da due segnali e precisamente:

1. Segnale di luminanza Y
2. Segnale di crominanza a 4,43 MHz che deve sovrapporsi al segnale di luminanza.

Ambedue questi segnali dovranno andare a modulare in ampiezza la portante video.
Nel ricevitore per riottenere dal segnale di crominanza completo i due segnali differenza colore R-Y e B-Y, occorre reinserire la sottoportante di crominanza. Il ricevitore quindi sarà provvisto di un oscillatore locale la cui fase deve essere uguale a quella dell'oscillatore del trasmettitore, altrimenti si verificherebbero errori di demodulazione.
Così come viene fatto per la sincronizzazione degli oscillatori di riga e di quadro anche per sincronizzare l'oscillatore di sottoportante, il trasmettitore fornisce un treno d'impulsi (Burst) alla frequenza di 4,43 MHz. Questi impulsi (da 8 a 12) trovano posto nel piedistallo posteriore dell'impulso di sincronismo di riga ed hanno una fase di 180° rispetto all'asse B-Y.

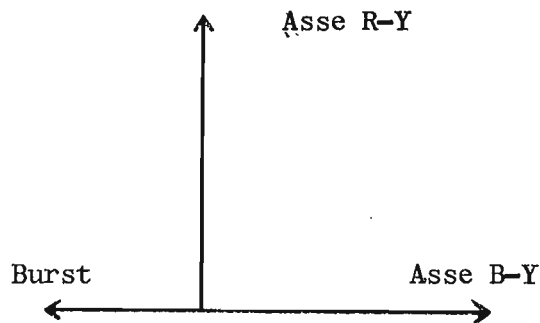



Fig. 2-6-6

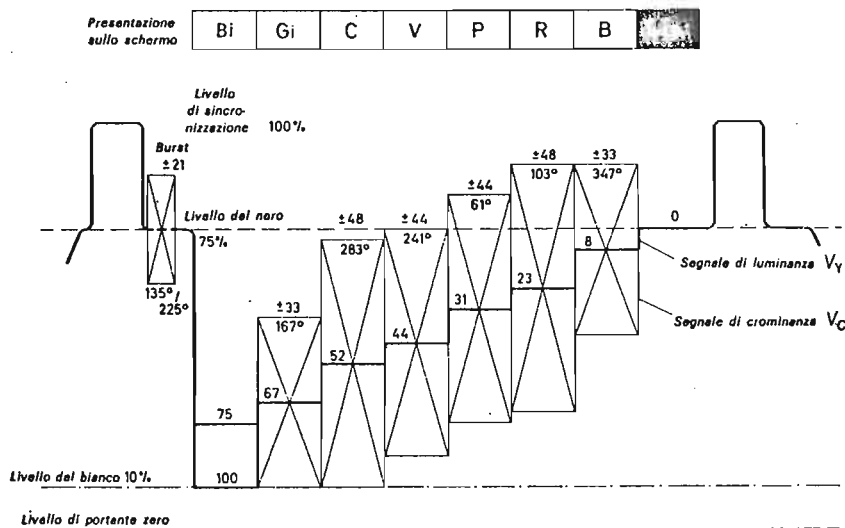
Analizzando la figura 2-6-1 si vede che la frequenza dell'oscillatore con fase 180° viene applicata la commutatore elettronico T1 che dovrà chiudersi solo per il tempo relativo al piedistallo posteriore di ogni impulso di sincronismo di riga.
La sovrapposizione dei segnali di luminanza e crominanza che devono andare a modulare in ampiezza la portante video, potrebbe portare in casi particolari e cioè in presenza di alcuni colori molto saturi ad una sovramodulazione della portante video con conseguenze estramamente negative sul funzionamento del televisore a colori.
Per non incorrere in questo inconveniente, le componenti R-Y e B-Y del segnale di crominanza vengono ridotte con fattore di riduzione rispettivamente di 0,877 e 0,493.
In fase di ricezione quindi si dovrà tener conto di queste riduzioni ed eseguire l'operazione inversa in modo da ripristinare i giusti livelli dei segnali differenza colore R-Y e B-Y.
Il segnale video a colori completo è illustrato in fig. 2-6-7

- Segnale video a colori costituito dai tre colori primari e complementari al 75 % (segnale a barre di colore R.V.B.).

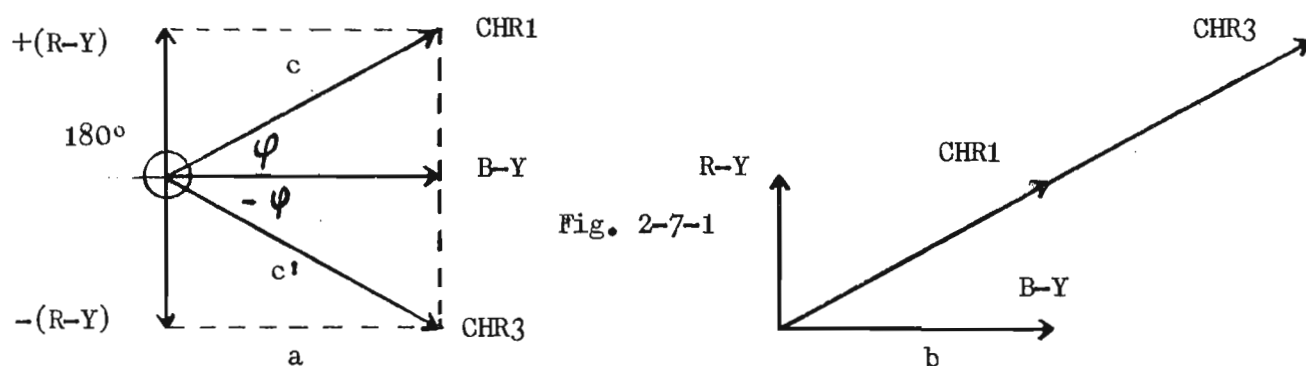
Fig. 2-6-7

Naturalmente per ottenere tale segnale è necessario che l'immagine sia composta da barre verticali di colore Bianco-Giallo-Ciano-Verde-Porpora-Rosso-Blu e Nero

2-7. Il Sistema PAL

Fino a questo punto è stata descritta la formazione del segnale completo che caratterizza il sistema di trasmissione a colori americano NTSC (National-Television - Sistem Committee).

Se non intervengono errori di fase tra il segnale trasmesso ed il segnale ricevuto e le caratteristiche del trasmettitore e del ricevitore non subiscono variazioni, anche il sistema NTSC garantisce la riproduzione di immagini colorate in modo soddisfacente.
Se però durante il tragitto tra il trasmettitore ed il ricevitore il segnale di crominanza subisce degli sfasamenti, tale variazione di fase comporta un'errata riproduzione di tinta e l'immagine sullo schermo non si presenta più naturale.
Ricordiamo che per la riproduzione fedele dei vari colori è molto importante che l'angolo di fase φ sia costantemente rispettato.
Per ovviare a questi notevoli inconvenienti sono sorti in Europa altri due sistemi che eliminano la possibilità di una riproduzione errata dei colori in presenza di variazioni di fase.
Questi sistemi sono il tedesco PAL (Phase Alternation By Line) ed il francese SECAM (Sequentiel a memorie). Il sistema SECAM viene trattato in un altro opuscolo pertanto ora verrà descritto il sistema PAL che è già stato adottato da diverse nazioni europee compresa l'Italia.
Per comprendere meglio il concetto su cui si basa il sistema PAL è necessario fare una piccola considerazione e cioè che dal punto di vista statistico è possibile affermare che le informazioni di colore di due dettagli posti uno sopra l'altro su due righe successive possono essere considerati uguali. La caratteristica principale del sistema PAL è quella per cui la componente R-Y del segnale di crominanza cambia di polarità ad ogni riga successiva. Questo segnale viene perciò sfasato di 180° ad ogni riga (fig. 2-7-1 a) e ciò spiega la denominazione PAL (Phase Alternation by Line).

Fig. 2-7-1

A causa del cambiamento di polarità della componente R-Y ad ogni riga, si ottiene che il vettore di crominanza C, rappresentante l'informazione di un certo colore di una certa riga (per esempio riga 1), risulta riflesso diventando vettore C' per la riga successiva del medesimo semiquadro (Riga 3).
Nel ricevitore si rende necessario ritardare di 64 μs il segnale di crominanza C ed eseguire l'inversione del segnale C' (vedi fig. 2-7-1 b). Questo processo avviene nel ricevitore, tramite un particolare circuito chiamato appunto sezione PAL.
Se nel processo trasmissione-ricezione non interviene nessun sfasamento, la somma tra il vettore C ritardato ed il vettore C' capovolto, da origine ad un vettore di crominanza la cui fase rispecchia la fase del colore da riprodurre e la cui ampiezza è esattamente il doppio dell'ampiezza del segnale di crominanza originale.

Questa variazione d'ampiezza non comporta nessun problema al ricevitore PAL in quanto sarà eventualmente sufficiente una minor amplificazione per riportare il vettore all'ampiezza giusta. Ciò comunque ha un'importanza relativa in quanto non sono mutati i rapporti tra le componenti R-Y e B-Y del segnale di crominanza.
Se al contrario durante il processo trasmissione-ricezione avviene che l'angolo φ del vettore C diventa minore di un certo fattore α, c'è da dedurre che anche l'angolo $-\varphi$ del vettore C' risulterà minore dello stesso fattore α in quanto il tempo che trascorre tra la ricezione dei due segnali è do soli 64 µs (durata di una riga).

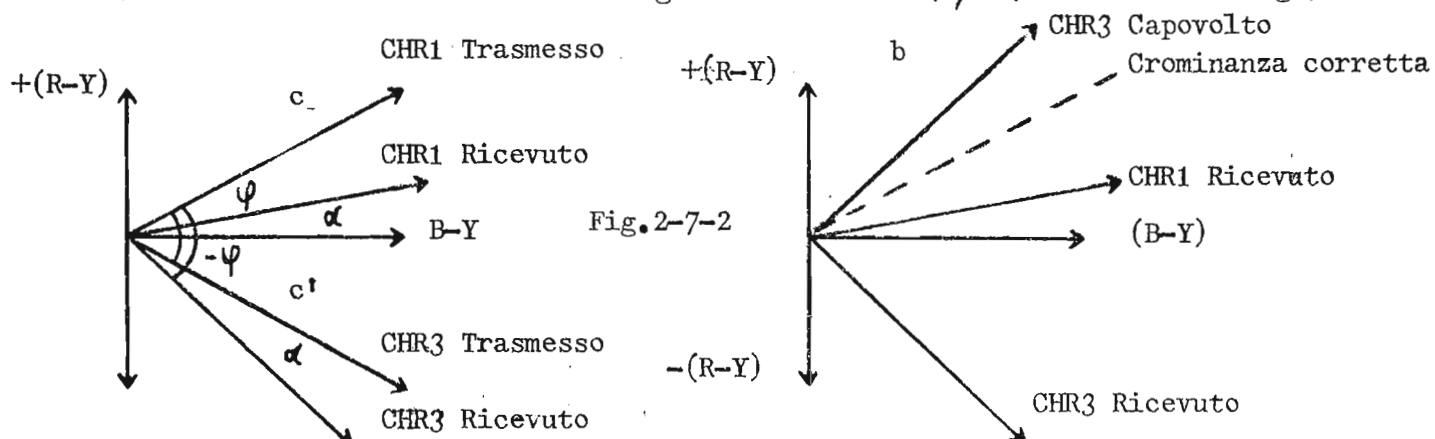
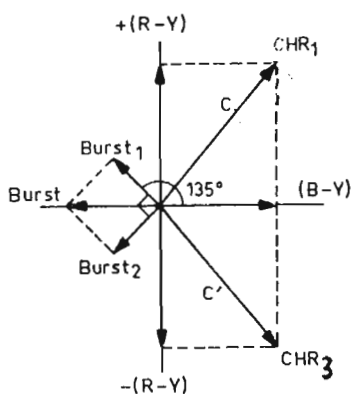
Fig. 2-7-2

Eseguendo ora nel ricevitore la somma tra il vettore C ritardato ed il vettore C' capovolto si ottiene un vettore di crominanza risultante la cui fase rispecchia ancora la fase del colore esatto da riprodurre, ma la cui ampiezza è leggermente inferiore all'ampiezza del segnale risultante senza sfasamento (confrontare le figure 2-7-2 b e 2-7-1 b).
Ciò significa che il sistema PAL trasforma errori di fase (tinte) in leggere variazioni d'ampiezza (saturazione) è però preferibile vedere un colore leggermente meno saturo piuttosto che con una tinta diversa dall'originale. Quanto esposto finora ha un valore puramente teorico in quanto in pratica il ricevitore elabora il segnale di crominanza nella sezione PAL in modo diverso ottenendo comunque lo stesso risultato. Anche il segnale di burst fornito dall'emittente PAL è leggermente diverso dal segnale di burst trasmesso per il sistema NTSC. Nel sistema PAL infatti il segnale di burst viene inviato a righe successive con fase 135° e con fase 225° rispetto all'asse B-Y (fig. 2-7-3).

Fig. 2-7-3

In particolare il segnale di burst viene fornito con fase 135° quando il segnale differenza colore R-Y non viene capovolto e con fase 225° quando il segnale differenza colore R-Y viene capovolto.
Questa variazione di fase 135° - 225° permette al ricevitore di ricavare un segnale chiamato di "Identificazione" che deve appunto identificare riga per riga se il segnale di crominanza ricevuto è quello giusto (quindi va lasciato inalterato) o è quello sfasato e quindi va capovolto.
Si comprenderà meglio il compito del segnale di identificazione nel capitolo relativo allo schema a blocchi del ricevitore.
Da quanto esposto si può ora affermare che i segnali forniti dal trasmettitore a colori PAL sono:

1. Segnale di luminanza Y contenente tutte le informazioni inerenti al bianco e nero che permettono di riprodurre un'immagine in bianco e nero sia al ricevitore a colori che al ricevitore in bianco e nero.

2. Segnale di crominanza formato dalla somma dei prodotti di modulazione R-Y e B-Y. L'ampiezza di questo segnale da l'informazione relativa alla saturazione, mentre la fase da l'informazione di tinta. La sottoportante modulata dai segnali differenza colore viene soppressa nel trasmettitore.
   Allo scopo di ottenere una compensazione automatica di un'eventuale errore di fase del segnale di crominanza, il segnale differenza colore R-Y viene capovolto a righe alterne nel trasmettitore.

3. Segnale di sincronismo colore o burst composto da 8-12 oscillazioni a 4,43 MHz poste sul piedistallo posteriore dell'impulso di sincronismo di riga che serve a sincronizzare la fase dell'oscillatore di sottoportante del ricevitore con la fase dell'oscillatore di sottoportante del trasmettitore. Il segnale di burst viene inviato a righe alterne con fase 135° e 225° rispetto all'asse B-Y in modo che nel ricevitore sia possibile controllare l'esatta inversione del segnale differenza colore R-Y mediante il cosidetto segnale di "identificazione".

4. Segnali di sincronismo di riga e di quadro che servono per sincronizzare gli oscillatori di riga e di quadro del ricevitore in modo da ottenere la corretta posizionatura di ogni dettaglio d'immagine sul cinescopio.

5. Segnale d'informazione audio con relativa portante modulata in FM per la riproduzione del suono.

Osservazioni su NTSC e PAL

Il sistema PAL non esegue la sola compensazione degli errori di fase, ma anche quello dovuto alla diafonia tra i canali R-Y e B-Y. Tali errori si generano nei demodulatori sincroni in quanto le bande laterali delle componenti in quadratura non sono perfettamente simmetriche.
Infatti la compensazione eseguita dal sistema PAL permette di utilizzare una modulazione a banda laterale unica per i segnali R-Y e B-Y (fig. 2-7-4).

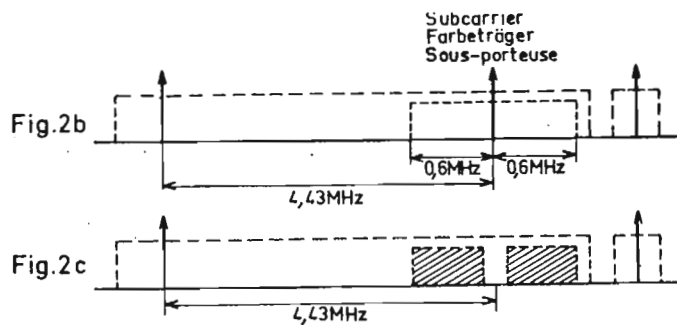
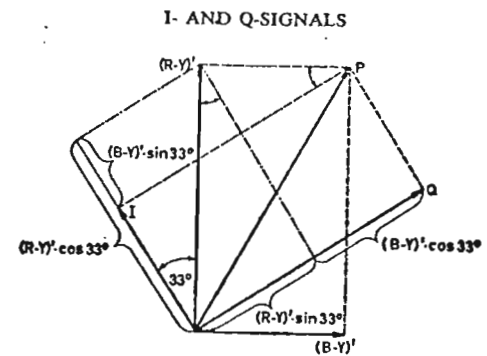



Fig. 2-7-4

Per il sistema NTSC gli assi delle due sottoportanti non sono 0° e 90° (R-Y e B-Y) come per il sistema PAL, ma vengono usati per gli assi I e Q che risultano ruotati di 33° rispetto agli assi R-Y e B-Y.
La scelta degli assi I e Q è stata fatta tenendo presente la sensibilità dell'occhio umano ai diversi colori, in particolare l'asse I (In phase) corrisponde all'asse di massima sensibilità ai colori, mentre l'asse Q (Quadratura) corrisponde all'asse di minima sensibilità (Fig. 2-7-5).

Fig. 2-7-5

I- AND Q-SIGNALS

. Composition of the *I*- and *Q*-signals.
$I = (R - Y)' \cdot \cos 33° - (B - Y)' \cdot \sin 33°$
$Q = (R - Y)' \cdot \sin 33° + (B - Y)' \cdot \cos 33°$

Caratteristiche dello standard NTSC

Colori primari

	X	Y
Rosso	0,67	0,33
Verde	0,21	0,71
Blu	0,14	0,08
Bianco C	0,310	0,316

Segnale di luminanza

$$Y = 0{,}30R + 0{,}59V + 0{,}11B$$

Segnali differenza colore

$$B-Y = -0{,}30R - 0{,}59V + 0{,}89B$$

$$R-Y = 0{,}70R - 0{,}59V - 0{,}11B$$

$$Q = 0{,}21R - 0{,}52V + 0{,}31B$$

$$I = 0{,}60R - 0{,}28V - 0{,}32B$$

Sottoportante di crominanza

fc = 455° fr/2 (spostato di mezza riga) = 3,579545 MHz

Larghezza di banda del segnale di crominanza

Q = 400 KHz

I = 1,3 MHz

Modulazione in quadratura

Fase del burst = (ωt + 180°)

Caratteristiche dello standard PAL

Colori primari

	X	Y
Rosso	0,67	0,33
Verde	0,21	0,71
Blu	0,14	0,08
Bianco C	0,310	0,316

Segnale di luminanza

Y = 0,30 + 059 V + 011 B

Segnali differenza colore

B-Y = -0,30 R - 059 V + 0,89 B
R-Y = 0,70 R - 0,59V - 0,11 B

Segnali differenza colore ridotti

0,49 (B-Y) = -0,15 R - 0,29 V + 0,44 B
0,88 (R-Y) = 0,62 R - 0,52 V - 0,10 B

Sottoportante di crominanza

fc = 567,5 fr/2 + f4/2 = 4,43361875 MHz

Larghezza di banda del segnale di crominanza

B-Y = 1,3 MHz
R-Y = 1,3 MHz

Modulazione in quadratura con polarità del segnale differenza colore R-Y che si inverte a sequenza di riga.

Fase del burst alternato

sn ω t + 135°
sn ω t + 225 °

3. SCHEMA A BLOCCHI RICEVITORE PAL (Fig. 3-1-1)

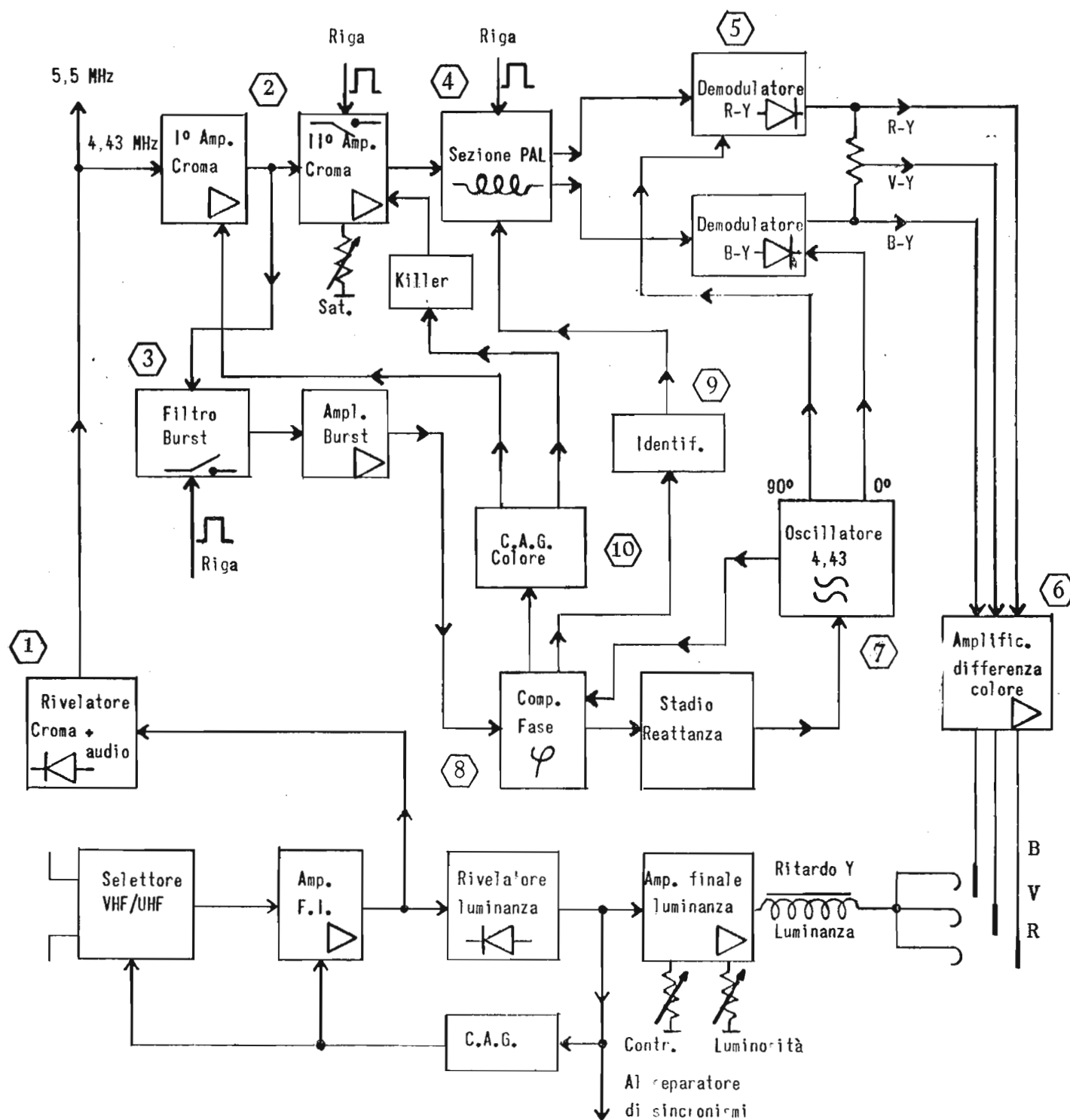



Fig. 3-1-1

Il segnale d'antenna entra nel selettore di canali dove viene trasformato in segnale FI e quindi può essere applicato all'amplificatore FI in cui sono compresi i vari filtri per la conformazione della curva di banda passante del televisore.
Sia il selettore di canali che l'amplificatore FI ricevono una tensione proveniente dal circuito di CAG per realizzare il controllo automatico di guadagno sia FI che RF.
In uscita dall'amplificatore FI il segnale percorre due strade;
viene cioè applicato sia al rivelatore di luminanza che al rivelatore di crominanza + audio.
Nello stadio rivelatore di luminanza, prima di eseguire la rivelazione, avviene la soppressione completa della portante audio per impedire i battimenti tra portante video (38,9 MHz) e portante audio (33,4 MHz) che darebbe origine al 5,5 MHz e tra informazione colore (34,47 MHz) e portante audio (33,4) che darebbe origine al 1,06 MHz. Ambedue queste frequenze, in particolare la 1,06 MHz, sono estremamente dannose se raggiungessero i catodi del cinescopio.
Il segnale BF in uscita dal rivelatore di luminanza, viene applicato al circuito di CAG, al circuito separatore di sincronismi per la messa in fase degli oscillatori di riga e di quadro e allo stadio finale di luminanza.
Dopo essere stato amplificato questo segnale passa alla linea di ritardo di luminanza che adatta il tempo di transito di tale segnale ritardandolo in modo che si sovrapponga esattamente al segnale di crominanza che comanda il cinescopio.
Il segnale in uscita dell'amplificatore FI, prima della soppressione della portante audio, viene applicato anche al secondo rivelatore chiamato rivelatore di crominanza + audio.

a. Curva banda passante
canale luminanza

b. Curva banda passante
canale crominanza

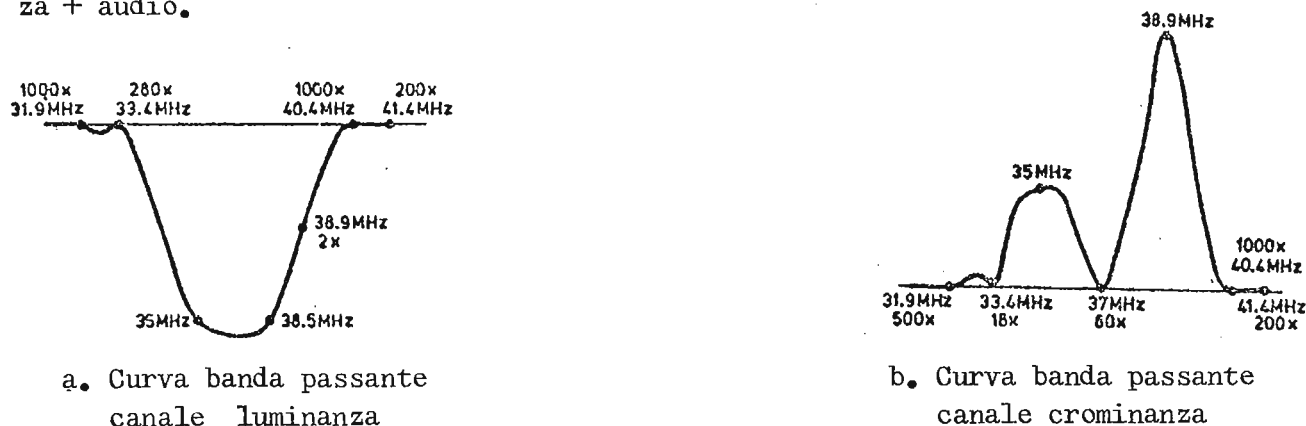



Fig. 3-1-2

(1) In questo stadio si conforma la curva di banda passante della sezione di crominanza come illustrato in fig. 3-1-2 b ed avviene il battimento tra la portante video (38,9 MHz) e la portante audio (33,4 MHz) che da origine al segnale audio a 5,5 MHz che tramite opportuni filtri viene applicato allo stadio audio e quindi all'altoparlante.
Dal battimento tra la portante video (38,9 MHz) e l'informazione colore (34,47 MHz) si ottiene il segnale di crominanza a 4,43 MHz che viene applicato, tramite altri filtri, al I° amplificatore di crominanza.

⟨2.⟩ Il segnale di crominanza a 4,43 MHz completo di burst viene amplificato dal I° stadio amplificatore il cui guadagno è funzione della tensione proveniente dal circuito di CAG colore (consultare per ulteriori dettagli il punto ⟨10⟩).
Il segnale amplificato passa quindi al II stadio amplificatore il cui guadagno è regolabile col potenziometro di saturazione. A questo II amplificatore sono applicati anche degli impulsi di ritorno riga che interdicono lo stadio durante i ritorni in modo da impedire che il segnale di burst possa raggiungere le griglie del cinescopio. Sul II amplificatore di crominanza agisce anche il circuito di Killer colore il cui funzionamento è descritto nel punto ⟨10⟩ .

⟨3.⟩ Il segnale di crominanza composito a 4,43 MHz in uscita dal I° amplificatore è applicato anche al filtro del burst che ha il compito di estrarre il segnale di burst dal segnale di crominanza completo. A tal fine al filtro del burst vengono applicati degli impulsi di ritorno di riga che opportunamente elaborati permettono al circuito di entrare in conduzione solo durante il tempo relativo al piedistallo posteriore dell'impulso di sincronismo di riga, tempo durante il quale il trasmettitore invia il segnale di burst. Lasciamo per il momento il segnale di burst estratto all'ingresso dell'amplificatore del burst e seguiamo il segnale di crominanza che in uscita dal II amplificatore di crominanza raggiunge la sezione PAL.

⟨4.⟩ La sezione PAL comprende la linea di ritardo 64 µS, il commutatore PAL ed il flip-flop (fig. 3-1-3).

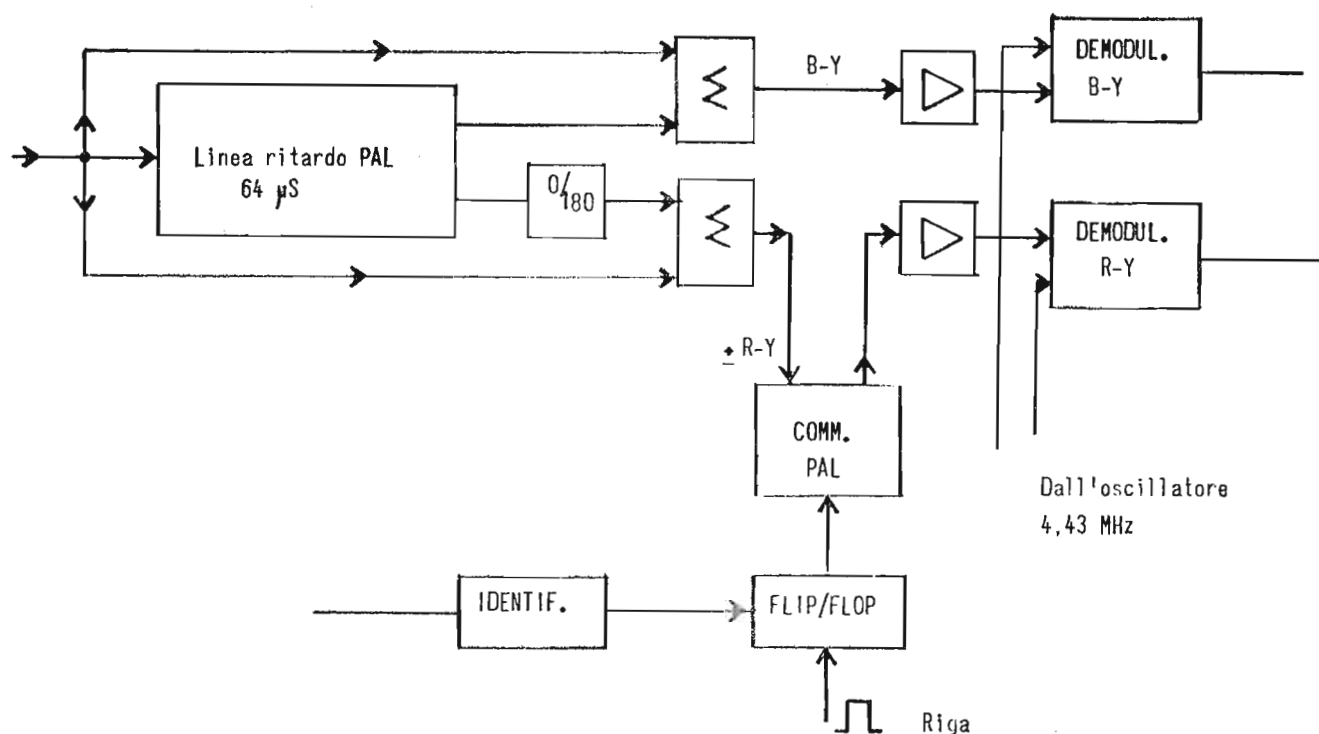



Fig. 3-1-3

La linea di ritardo comprende un trasduttore in ingresso e due trasduttori in uscita. Il segnale presente sull'uscita superiore risulta ritardato di 64 uS ed in fase col segnale d'ingresso.
Dalla somma di questo segnale ritardato col segnale diretto ne scaturisce la componente B-Y del segnale di crominanza che opportunamente amplificato può essere successivamente applicato al demodulatore B-Y.
Per comprendere meglio come avviene il fenomeno sopra esposto è necessario ricorrere ad una rappresentazione vettoriale (Fig. 3-1-4).

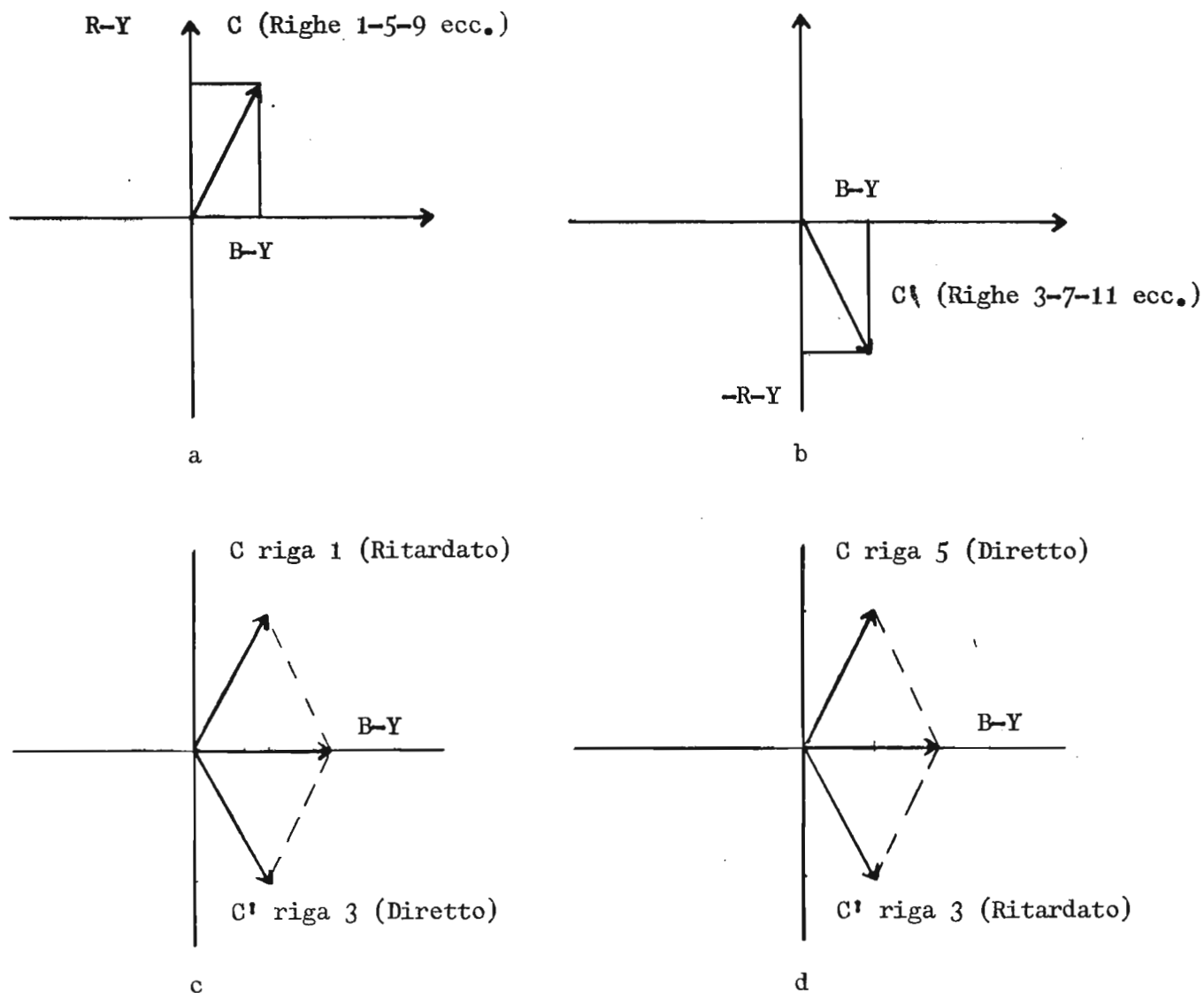



Fig. 3-1-4

a) Segnale di crominanza C (relativo ad un certo colore) di fase corretta trasmesso per le righe 1-5-9 ecc.

b) Segnale di crominanza C' (relativo allo stesso colore) ruotato di fase e trasmesso per le righe 3-7-11 ecc.

c) Il segnale di crominanza C, trasmesso per la riga 1, viene portato direttamente al sommatore di uscita e si perde. Il medesimo segnale C però viene applicato anche alla linea di ritardo, dopo 64 µs si presenta in uscita (consideriamo per il momento solo l'uscita superiore) e si va a sommare col segnale diretto della riga 3 che in questo momento sta arrivando.
Il risultato di questa somma è un segnale sempre a 4,43 MHz che però si è portato sull'asse B-Y.

d) Il segnale di crominanza trasmesso per la riga 3, non solo viene portato direttamente al sommatore di uscita, ma entra anche nella linea di ritardo e dopo 64 us si presenta in uscita e si va a sommare col segnale diretto trasmesso per la riga 5 che in questo momento sta arrivando.
Il risultato di questa somma è sempre un segnale a 4,43 MHz che si porta sull'asse B-Y. Se si suppone che l'immagine sia fissa e sempre dello stesso colore il segnale B-Y che si ricava dall'uscita superiore della linea di ritardo da sempre la medesima polarità e la medesima ampiezza.
Si può pertanto affermare che dall'uscita superiore della linea di ritardo si ricava la componente B-Y del segnale di crominanza che opportunamente amplificato può essere applicato al relativo demodulatore senza alcuna ulteriore elaborazione.

Le cose cambiano leggermente per quanto riguarda l'uscita inferiore della linea di ritardo, in quanto il segnale in uscita da tale linea risulta sfasato di 180° rispetto al segnale d'ingresso, prima di essere applicato al relativo sommatore per la somma col segnale diretto.
Questo segnale risulta pertanto ritardato di 64 µs ed in opposizione di fase (180°) rispetto al segnale d'ingresso.
Dalla somma tra il segnale ritardato e sfasato di 180° ed il segnale diretto, si ottiene la componente R-Y del segnale di crominanza che però risulta sfasato di 180° a righe alterne.
Per meglio comprendere tale fenomeno facciamo ricorso ancora una volta ad una rappresentazione vettoriale (Fig. 3-1-5).

a) Segnale di crominanza C di fase corretta trasmesso per le righe 1-5-9 ecc.

b) Segnale di crominanza C' ruotato di fase trasmesso per le righe 3-7-11 ecc.

c) Il segnale di crominanza trasmesso per la riga 1 viene portato direttamente al sommatore di uscita e si perde.
Questo segnale però viene applicato anche alla linea di ritardo e dopo 64 µs si presenta in uscita ove viene capovolto di 180° e si somma col segnale diretto della riga 3 che sta arrivando in quel momento.
Il risultato è un segnale di crominanza a 4,43 MHz che si porta sull'asse -(R-Y).

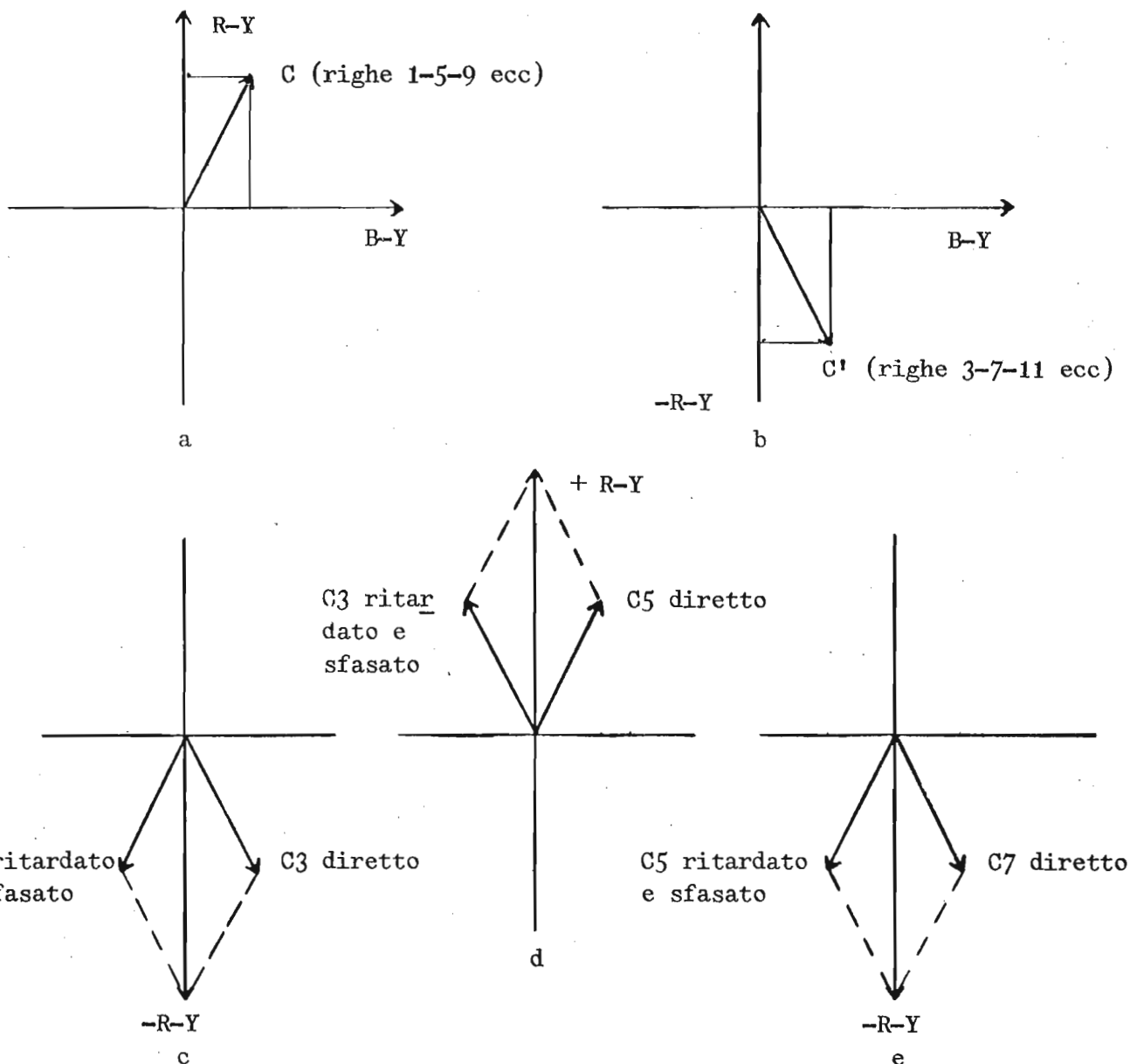



Fig. 3-1-5

d) Il segnale di crominanza trasmesso per la riga 3 non solo viene applicato diretta-
mente al sommatore, ma viene applicato anche alla linea di ritardo, dopo 64 µs si presenta in uscita, viene capovolto di 180° e va a sommarsi col segnale diretto della riga 5 che sta arrivando in quel momento.
Il risultato è un segnale di crominanza a 4,43 MHz che si porta sull'asse +(R-Y).

e) Il segnale di crominanza della riga 5 viene anch'esso applicato alla linea di ri-
tardo, dopo 64 µs si presenta in uscita ruotato di 180° e va a sommarsi col segna-
le diretto della riga 7.
Il risultato è lo stesso segnale -(R-Y) della figura C.

Questo processo naturalmente continua riga per riga per cui dal sommatore inferio re di fig. 3-1-3 esce la componente R-Y del segnale di crominanza che a righe al terne si capovolge di 180°. Non è possibile applicare al demodulatore un segnale siffatto in quanto si otterrebbe in uscita un segnale R-Y bassa frequenza che si capovolge di polarità ad ogni riga con conseguente effetto persiana sullo schermo. Il segnale ± R-Y viene pertanto fatto passare nel commutatore PAL il cui compito consiste nel capovolgere il segnale -(R-Y) di fig. 3-1-5, di lasciar stare il segnale +(R-Y) di fig. 3-1-5 d, di capovolgere il segnale -(R-Y) di fig. 3-1-5 e eccetera, in modo da applicare al demodulatore un segnale che si presenti sempre con la stessa polarità. Nel nostro esempio il segnale R-Y giusto da riprodurre è positivo, però in altri casi potrebbe essere negativo per cui in tale frangente il commutatore PAL deve dare in uscita un segnale sempre negativo.
Il commutatore PAL funziona con l'ausilio del flip-flop che a sua volta è pilotato da degli impulsi di ritorno di riga.
Come è noto la fase di commutazione del flip-flop (e quindi del commutatore PAL) è arbitraria per cui si rende necessario che il circuito PAL venga equipaggiato con un particolare dispositivo chiamato "circuito di identificazione" che controlli ed eventualmente corregga la fase del flip-flop in modo da impedirne commutazioni errate.
Il circuito di identificazione riceve il segnale di identificazione proveniente dal comparatore di fase del burst. Questo segnale viene infatti ricavato dal segnale di burst che viene trasmesso con fase 135°, quando il segnale differenza colore R-Y non viene capovolto, e con fase 235°, quando il segnale differenza colore R-Y viene capovolto (vedere capitolo 2-7). Questa variazione di fase(135°-225°) permette al comparatore di fase del burst di generare il segnale di identificazione che andando a controllare la fase di commutazione del flip-flop costringe il commutatore PAL a lasciare inalterata la componente R-Y con fase corretta e capovolgere la componente R-Y di fase errata.
Il segnale R-Y così elaborato e con fase sempre corretta in uscita del commutatore PAL viene quindi amplificato ed applicato al relativo demodulatore.

5) I demodulatori R-Y e B-Y sono circuiti perfettamente identici ed hanno il compito di demodulare le componenti R-Y e B-Y del segnale di crominanza. I demodulatori necessitano della reinserzione della sottoportante per eseguire l'esatta demodulazione Le due sottoportanti devono essere sfasate tra di loro di 90° ed avere la stessa fase del segnale di sottoportante del trasmettitore.

6) I segnali bassa frequenza R-Y e B-Y in uscita dai due demodulatori, vengono applicati sia agli amplificatori differenza colore che al circuito di matrice. Quest'ultimo circuito, composto unicamente da partitori resistivi, ha il compito di ricavare il terzo segnale V-Y che il trasmettitore non fornisce.
La legge per ricavare tale segnale è già stata trattata nel capitolo 2-3. A questo punto anche il segnale V-Y in uscita dalla matrice, viene applicato al relativo amplificatore differenza colore come i segnali R-Y e B-Y.
I tre segnali differenza colore amplificati dagli amplificatori differenza colore sono quindi applicati alle tre G1 del cinescopio, mentre ai tre catodi è applicato il segnale di luminanza Y.

7) L'oscillatore di sottoportante a 4,43 MHz ha il compito di fornire i giusti segnali di riferimento ai due demodulatori. Questo oscillatore è controllato a quarzo e presenta una forte controreazione in modo da mantenere costante l'ampiezza del segnale generato.

Le due uscite dell'oscillatore devono presentare due segnali in quadratura ed esattamente in fase con l'oscillatore di sottoportante del trasmettitore.

8-9) Per mantenere in fase l'oscillatore di sottoportante il trasmettitore fornisce il segnale di sincronismo colore o burst.
Tale segnale viene estratto dal segnale di crominanza composito, tramite il filtro del burst (vedi paragrafo 3), viene quindi amplificato ed applicato al comparatore di fase in cui avviene il confronto tra il burst in arrivo e l'oscillatore di sottoportante locale. Da questo confronto di fase si ricava una tensione continua che, tramite lo stadio a reattanza, mantiene in passo (fase) l'oscillatore di sottoportante. Il segnale di burst inoltre viene inviato dal trasmettitore con fase 135°-225° (vedi paragrafo 4), ciò permette di ottenere il segnale di identificazione che, tramite il relativo circuito viene applicato alla sezione PAL per il controllo della fase di commutazione del flip-flop e quindi del commutatore PAL.

10) L'ampiezza del segnale di burst corrisponde esattamente al 25% dell'ampiezza della portante video, come già accennato nel capitolo 2-5-3, per cui se il segnale in antenna è soggetto a variazioni anche il segnale di burst varia in ampiezza. Occorre però tenere presente che sulla media e sul selettore agiscono già i due CAG FI e RF.
Se però malgrado questi due controlli dovessero intervenire variazioni d'ampiezza del burst, chiaramente si avrebbero variazioni anche del segnale di crominanza. Per tale motivo eventuali variazioni d'ampiezza del burst vengono portate dal comparatore di fase al circuito di CAG colore che provvede a controllare il guadagno del I amplificatore di crominanza. Se per esempio il segnale di burst aumenta, dal comparatore di fase del burst esce una tensione in diminuzione che tramite il CAG colore fa diminuire il guadagno del I amplificatore di crominanza riportando il segnale di burst e quindi il segnale di crominanza al livello originale.
Se il segnale di burst diminuisce, aumenta di conseguenza la tensione in uscita dal comparatore di fase che tramite il circuito di CAG colore, va ad aumentare il guadagno del I amplificatore di crominanza.
Se però il segnale di burst diminuisce di molto (segnale d'antenna molto scarso), la tensione in uscita del CAG colore porta il I amplificatore di crominanza al massimo guadagno ma contemporaneamente tale tensione raggiunge la soglia di intervento del Killer colore che scatta e blocca il II amplificatore di crominanza (Killer automatico) e l'immagine sul cinescopio passa da colore in bianco e nero. E' però preferibile vedere in bianco e nero piuttosto che a colori in quanto la neve apparendo tutta colorata disturba enormemente la visione dell'immagine.
Il compito principale del Killer colore è quello di bloccare il II amplificatore di crominanza quando la trasmissione è in bianco e nero, in quanto il fruscio introdotto dagli stati amplificatori di crominanza raggiungerebbe le G1 del cinescopio col conseguente classico difetto di disturbo colore sull'immagine in bianco e nero.
In caso di trasmissione in bianco e nero il segnale di burst non viene trasmesso, nel comparatore non avviene pertanto alcun confronto e la tensione in uscita dal CAG colore è tale da far scattare il Killer che blocca costantemente il II amplificatore di crominanza.

IL CINESCOPIO A COLORI A 110° CON CANNONI ALLINEATI ("in line")

Si è avuta in passato un'evoluzione del cinescopio a maschera con angolo di deflessione di 70° e piccole dimensioni, ad un cinescopio con un angolo di deflessione di 90° e schermo di grandi dimensioni (26" - 66 cm). Successivamente, poichè lo scopo da raggiungere era quello di avere un televisore la cui profondità del mobile fosse più ridotta possibile, si è realizzato il cinescopio con angolo di deflessione di 110°.

Questa evoluzione ha avuto come conseguenza che, sia l'energia per la deflessione che quella di correzione, hanno dovuto essere notevolmente incrementate. Fu inoltre necessario ricorrere ad un'extra correzione per gli angoli dello schermo che prese il nome di convergenza d'angolo e che solo la costruzione particolare dei gioghi di deflessione ha permesso di eliminare (vedere a questo proposito i capitoli B-A-003 e B-A-008 in cui sono descritti i cinescopi a colori con angolo di deflessione a 90 e 110°).

Per ottenere le immagini colorate con i cinescopi descritti finora, si fa uso di tre cannoni montati nel collo del cinescopio, ai vertici di un triangolo equilatero (tubo a delta). Delle piccole correzioni apportate alle traiettorie dei tre pennelli elettronici permettono di ottenere la loro convergenza statica sul centro dello schermo.

Per queste correzioni vengono impiegati dei campi magnetici variabili generati da elettromagneti o semplicemente con dei magneti regolabili posizionati attorno al collo del cinescopio in corrispondenza dei tre cannoni elettronici.

Però, a causa dell'influenza di questo campo magnetico e alla planarità dello schermo del cinescopio, i tre pennelli, durante le scansioni, s'incrociano prima che essi atterrino sullo schermo (fig.1). Questo fatto provoca delle inaccettabili sbordature di colore su tutta la superficie dell'immagine che non sia il centro: infatti solo in questo punto i tre pennelli convergono perfettamente.

Per evitare questo inconveniente si provvede a correggere l'angolo con cui i tre pennelli elettronici entrano nel campo di deflessione. Naturalmente le correzioni vanno apportate tenendo conto dei vari punti in cui essi vengono a trovarsi durante le scansioni orizzontale e verticale. Si effettuano cioè le regolazioni che passano sotto la denominazione di "Convergenza dinamica". Queste operazioni sono diverse per i tre pennelli e quindi richiedono una serie di circuiti separati di correzione corredati di relativi comandi che possono raggiungere il numero di quindici o venti su ogni televisore.

Convergenza dinamica

E' chiaro che se la convergenza dinamica potesse essere semplificata o meglio ancora eliminata, si realizzerebbe una notevole economia sia di componenti che di operazioni per la messa a punto del televisore.

Nella fig. 2a è rappresentata una situazione di convergenza non corretta per un sistema originario con 110° di deflessione (vedere capitolo TVC: B-A-008). La correzione della convergenza dinamica è circa uguale per i tre pennelli elettronici e il loro punto d'intersezione sullo schermo può essere circoscritto da un cerchio. Questo sistema richiede però un'extra convergenza per gli angoli.

Nel sistema a 110° semplificato il campo di deflessione fu cambiato modificando la distribuzione delle spire degli avvolgimenti del giogo di deflessione (fig.3c). Grazie a questo cambiamento è stato possibile eliminare l'extra correzione della convergenza per gli angoli dello schermo. Tuttavia il cerchio in cui non avveniva la convergenza dei tre pennelli si mutava in un ellisse (fig.3a). Ciò richiedeva sì una diminuzione della convergenza dinamica per il rosso e il verde ma per il blu era necessaria una maggior correzione.

Quando la distribuzione delle spire del giogo fu ulteriormente modificata, la configurazione del campo di deflessione si cambiò in modo che l'ellisse si trasformò in una semplice linea. Questo ridusse a zero la correzione di convergenza dinamica richiesta per il rosso e il verde. Il pennello del blu richiedeva tuttavia una maggior correzione (fig.4a).

Posizionando i tre cannoni elettronici su uno stesso piano (in line) anzichè ai vertici di un triangolo equilatero, si riesce con la stessa bobina, a ridurre a zero la correzione dei tre pennelli, ottenendo così la convergenza automatica dei tre fascetti (fig.4b).

In un sistema di questo genere i pennelli elettronici devono essere convergenti non solo in senso orizzontale ma anche durante la deflessione verticale. La fig.5a mostra la convergenza non corretta per una deviazione verticale a 110°. Anche in questo caso le richieste correzioni di convergenza sono più o meno uguali.

Col passaggio al sistema semplificato a 110°, la configurazione del campo di deflessione fu cambiata nello stesso modo in cui era stato fatto per la deflessione orizzontale.

Il cerchio passante per i punti dei fascetti non corretti sullo schermo si deformò in un ellisse il cui asse più lungo, dovuto alla rotazione di 90° del campo di deflessione, risultò in senso orizzontale. Per ottenere la convergenza automatica dei tre pennelli in un piano orizzontale, occorre prima trasformare l'ellisse orizzontale in un ellisse verticale, dopo di che trasformarlo in una linea diritta verticale.

Ciò viene realizzato con una modifica della distribuzione delle spire della bobina di deflessione in senso opposto in modo che si produca un campo a "barile" anzichè un campo a forma di "cuscino"" (fig.7c).

Al centro si trova il cannone del verde, come pure si trova al centro di una triade, la striscetta di fosforo verde depositata sullo schermo del cinescopio. Questa disposizione trova la sua giustificazione nel fatto che essendo la componente di colore verde quella che contribuisce più delle altre a definire i contorni dell'immagine a causa della più spiccata sensibilità dell'occhio a questo colore, eventuali irregolarità nella convergenza dei tre pennelli non potranno essere rilevate se l'immagine verde, e cioè quella più brillante, si troverà inframezzata tra quella rossa e quella blu.

Il campo a forma di "cuscino" o a "barile" dal lato schermo del giogo comporta una modificazione dell'effetto cuscino presente normalmente sullo schermo del cinescopio. La distorsione a cuscino delle linee verticali lungo i lati dell'immagine (cioè quella conosciuta come distorsione EST-OVEST) viene aumentata, mentre la normale distorsione a cuscino delle linee orizzontali superiori e inferiori dell'immagine (cioè la distorsione NORD-SUD) viene fortemente ridotta. I gioghi sono stati realizzati in modo da poter eliminare la correzione NORD-SUD. Questo significa una notevole semplificazione dei circuiti

rimanendo da effettuare solo la correzione Est-Ovest per la quale sono necessarie due regolazioni.

Il maggior problema da risolvere per lo sviluppo di questo nuovo sistema era costituito dalle tolleranze. I comandi (da 12 a 18) presenti normalmente in un televisore per la correzione della convergenza non sono usati solo per la correzione degli errori sistematici di convergenza, ma servono anche a correggere tutti i tipi di deviazione dovuti alle tolleranze del cinescopio e del giogo di deflessione.

Un sistema senza la convergenza dinamica toglie la possibilità di correggere queste deviazioni cosicchè è richiesta un'enorme precisione nella costruzione del giogo e del cinescopio. Ciò è impossibile ottenerlo in una normale produzione di serie.

Da quanto precede si è studiato un sistema molto semplificato di correzioni elettriche che servono a compensare quegli errori inevitabili di convergenza dovuti a piccole asimmetrie del cinescopio e del giogo di deflessione. Infatti, al contrario dei sistemi esistenti per la convergenza dinamica, non si tratta di correggere grandi errori di convergenza ma di compensare piccoli difetti dovuti alle tolleranze residue di questo sistema.

Le correzioni necessarie possono essere ottenute (senza influenzare l'atterraggio sul centro dello schermo) per mezzo di campi quadripolari posti nel campo di deflessione:

a) un campo magnetico quadripolare avente gli assi diagonali che sposta i pennelli rosso e blu nei sensi orizzontali opposti (vedere fig.8)
b) un campo magnetico quadripolare avente assi orizzontale e verticale che sposta i pennelli rosso e blu nei sensi verticali opposti (fig.9).

Lo spostamento dei tre pennelli sul piano orizzontale produce degli errori di convergenza orizzontale che sono, rispetto al centro, opposti a destra e a sinistra (fig.10).

Montando quattro avvolgimenti toroidali intorno al nucleo delle bobine e facendo passare attraverso di essi una corrente (di direzione opposta attraverso ogni avvolgimento alternato), si può generare un campo magnetico quadripolare.

Questo campo quadripolare muove orizzontalmente nelle opposte direzioni i pennelli elettronici esterni senza influenzare il pennello centrale (fig.11). Regolando la corrente a dente di sega che attraversa gli avvolgimenti quadripolari è possibile ottenere le correzioni necessarie per entrambi i lati dello schermo (fig.11a).

Questa è la prima regolazione dinamica.

E' possibile che a questi errori di convergenza orizzontale si producano dei difetti che rispetto al centro dello schermo si presentano a destra e a sinistra con lo stesso segno. Questi errori potrebbero essere corretti con un campo quadripolare ottenuto facendo scorrere attraverso le bobine una corrente parabolica anzichè a dente di sega (fig.11b). In realtà le deviazioni sono talmente piccole che in pratica non è necessario alcun dispositivo per la loro correzione.

Uno spostamento dei tre fascetti in posizione verticale rispetto al centro del campo di deflessione ed una asimmetria superiore e inferiore del campo stesso, dà luogo ad un errore di convergenza che in un'immagine di reticolo si presenta come un'incrocio delle linee rosse e blu.
Anche questo difetto può essere compensato con un campo quadripolare i cui assi, tuttavia, sono stati ruotati di 45° rispetto al campo quadripolare menzionato precedentemente.
Questo campo quadripolare può essere generato dalle stesse bobine di deflessione senza ricorrere a particolari avvolgimenti posti sul nucleo (fig.12).
Per questo scopo nelle due metà delle bobine del giogo di deflessione orizzontale, oltre alla normale corrente di deflessione, si fa scorrere una corrente supplementare che circola in senso opposto nelle due metà delle bobine.
Poichè la correzione dovrà essere fatta mediante una corrente a dente di sega è sufficiente far circolare una debole corrente-differenza attraverso le due metà bobine. Tale corrente differenziale può essere facilmente ottenuta tramite una bobina di bilanciamento.
Questa è la seconda regolazione dinamica.

Un'altro errore geometrico è dovuto allo spostamento del piano d'incrocio dei tre pennelli rispetto al piano orizzontale. Ciò produce, durante la scansione verticale, un difetto che è di segno uguale nei lati destro e sinistro dello schermo ma che, rispetto al centro, non ha la forma di un dente di sega bensì di una parabola.
Questo errore può essere corretto da un campo quadripolare generato tramite il giogo di deflessione.
La corrente attraverso le bobine quadripolari dovrà, in questo caso, avere una forma parabolica (fig.12b).
Questa è la terza regolazione dinamica.

Lo stesso tipo di errori di convergenza si generano allo stesso modo durante la deflessione verticale. Essi possono essere corretti nella stessa maniera facendo passare rispettivamente delle correnti a dente di sega e a parabola con frequenza di quadro attraverso le bobine quadripolari e delle correnti a dente di sega e paraboliche di direzione opposta nelle due metà delle bobine di deflessione (fig.13 e 14). Per facilitare le operazioni, la correzione degli errori di deflessione verticale non è stata suddivisa in correzioni a dente di sega e parabolica ma in correzioni per la parte superiore e inferiore.
Queste sono la quarta e la quinta regolazione dinamica.

Si è notato inoltre che per la deviazione verticale non era sufficiente una correzione orizzontale a dente di sega e quindi si è resa necessaria anche una piccola correzione parabolica.
Per facilità di manovra anche queste due correzioni sono state suddivise in correzione superiore e inferiore.
Queste sono la sesta e la settima regolazione dinamica.

La compensazione delle tolleranze descritte finora viene effettuata con sette regolazioni, tutte realizzate con semplici circuiti passivi che influenzano il sistema di deflessione. Per questo tipo di sistema non vengono usate espansioni polari o componenti separati sul collo del cinescopio.

Poichè le correzioni hanno luogo sul piano di deflessione, non si hanno riper cussioni sull'atterraggio dei pennelli elettronici sui fosfori dello schermo. Gli errori che devono essere corretti sono minimi e vanno da 1 o 2 mm.

Anche la deriva che può verificarsi durante la vita del cinescopio è minima per cui influisce solo in minima parte sulla qualità della convergenza. Questo è il grande vantaggio del cinescopio in linea rispetto a quello a delta il quale, dopo essere stato accuratamente regolato in fabbrica, poteva avere delle notevoli derive di convergenza col passare del tempo.

Convergenza statica

La precisione del sistema che raggruppa i cannoni elettronici non è ancora tale da poter far a meno della convergenza statica (cioè della correzione di convergenza al centro dello schermo). Poichè nel cinescopio in linea non si fa uso di espansioni polari posizionate sul suo collo, è stato possibile ridurre la lunghezza del cinescopio di circa 2 cm. Le correzioni di convergenza statica devono essere fatte all'esterno del cinescopio con un campo magnetico comune a tutti e tre i cannoni. A questo scopo viene usato un sistema di anelli magnetici permanenti chiamato unità multipolare (fig.15). Per ogni correzione viene usata una coppia di anelli che generano un campo magnetico che può essere variato di intensità o direzione.

L'intensità del campo viene variata ruotando gli anelli in direzioni opposte mentre la direzione del campo magnetico cambia quando si ruotano assieme i due anelli sul collo del tubo.

I due anelli non sono posizionati uno dietro all'altro ma sono concentrici sullo stesso piano ed hanno tra loro delle rotelle dentate (fig.16). Se si ruota l'aletta A dell'anello esterno si imprime un movimento in senso contrario dell'anello interno variando così l'intensità di campo. Agendo invece sul dispositivo B i due anelli effettuano un movimento simultaneo che permette di correggere la direzione del campo.

La correzione della convergenza statica richiede un sistema di anelli che fornisca un campo quadripolare e un sistema di anelli che fornisca un campo esapolare.

Il campo quadripolare sposta in senso opposto i fascetti del rosso e del blu senza influenzare il fascetto del verde (fig.17). A secondo la posizione del campo quadripolare i pennelli possono essere spostati in direzione verticale, orizzontale o intermedia.

Dopo ottenuta, col campo quadripolare, la coincidenza dei pennelli rosso e verde sul centro dello schermo, essi devono essere spostati assieme per farli coincidere col verde. Ciò si effettua per mezzo di un campo esapolare generato allo stesso modo da un'altra coppia di anelli (fig.18).

Questo campo esapolare non deve cambiare la posizione del pennello del verde ma semplicemente spostare i pennelli del rosso e del blu nella stessa direzione. Il grado di spostamento dipende dall'intensità del campo a sei poli mentre la direzione viene determinata dalla mutua rotazione degli anelli attorno al collo del cinescopio.

Oltre ai due anelli menzionati prima, vi sono altre due coppie di anelli che forniscono ciascuna un campo bi-polare (quindi un campo magnetico omogeneo).

Una coppia di anelli serve per la regolazione della purezza (fig.19).

Poichè, come vedremo più avanti è necessaria solo la correzione della purezza colore in senso orizzontale, dovrà essere variata solo l'intensità e non la direzione del campo. Ruotando l'anello esterno cambia l'intensità; la direzione del campo è determinata dalla posizione stabilita dalla corona dentata.

L'altra coppia di anelli viene usata per la correzione di errori in senso verticale (fig.20).
Questi anelli non servono per la regolazione della purezza colore ma vengono usati per un'allineamento verticale dei fascetti non deflessi sul centro dello schermo poichè uno spostamento dell'esatta posizione verticale potrebbe causare un'indesiderata curvatura delle linee orizzontali dell'immagine.

Grazie alla sistemazione concentrica dei quattro sistemi di anelli, l'insieme non occupa più di 2 cm del collo del cinescopio. Questo insieme viene posizionato appena dietro al giogo di deflessione con la seguente sequenza: esapolare per la convergenza statica, bi-polare per le correzioni di purezza colore, quadripolare per la convergenza statica e bi-polare per l'allineamento verticale (fig.15).

Maschera forata

Sarebbe stato possibile usare una maschera forata convenzionale con fori e punti luminescenti rotondi anche per il cinescopio a colori con cannoni in linea. Tuttavia ci sono anche delle buone ragioni per non fare così.

Depositando le sostanze luminescenti in sottili striscie verticali nei tre colori e con una maschera con fenditure continue verticali è possibile rendere la purezza colore indipendente dall'atterramento dei pennelli in senso verticale. Però le fenditure continue della maschera non avrebbero garantito quella rigidità che è la caratteristica essenziale della maschera. Si è provveduto perciò a porre dei ponticelli tra una e l'altra striscia metallica. Questi ponticelli danno origine però ad un'effetto "moire" sull'immagine.

Sebbene nel senso verticale le dimensioni dello spot fossero tali da limitare l'effetto moirè, la disposizione dei ponticelli doveva essere fatta in modo che il disturbo fosse veramente minimo. Questo risultato si è ottenuto intercalando i fori ovalizzati (fig.21) e con una scelta particolare della distanza verticale tra i ponticelli.

Come è già stato detto, la purezza colore è indipendente dall'atterraggio dei pennelli in senso verticale.

Tuttavia rispetto alla grande riserva nell'atterramento in senso verticale corrisponde lo svantaggio di una ristretta riserva nel senso orizzontale in quanto la larghezza di una striscia luminescente è circa la metà del diametro di un punto luminescente di un cinescopio convenzionale (fig.22).

Questo svantaggio viene parzialmente compensato a causa del leggero spostamento nell'atterraggio dei tre pennelli provocato dal riscaldamento che subisce la maschera in seguito al bombardamento degli elettroni: il pennello rosso atterra parzialmente sul fosforo verde, il pennello del verde su quello del blu e il pennello del blu su quello del rosso così che il bianco rimane bianco. Questo naturalmente vale in teoria ed è valido per un rapporto di eccitazione 1:1:1 ma l'inconveniente non è completamente ovviato in pratica e quindi è ancora presente.

Schermatura magnetica e smagnetizzazione automatica

I pennelli elettronici sono molto sensibili ai campi magnetici esterni e in modo particolare ai campi terrestri che peraltro variano da un posto all'altro.

Per mininizzare l'influenza dei campi magnetici esterni il cinescopio è stato dotato all'interno di una schermatura che tuttavia non può essere completamente chiusa sul lato schermo. Quindi il cinescopio è provvisto di un circuito di smagnetizzazione automatica consistente di due bobine poste sull'ampolla.

La maschera fessurata offre il vantaggio che la smagnetizzazione può essere nettamente migliorata quando queste bobine vengono ruotate di 90° in modo che esse coprano la parte inferiore e superiore dell'ampolla.

Nel cinescopio con cannoni a delta il campo magnetico delle bobine di smagnetizzazione è orizzontale.

Adottando il campo magnetico verticale si può ottenere facilmente l'annullamento pressochè totale della magnetizzazione della maschera fessurata, del telaio di supporto e dello schermo interno.

L'eventuale campo magnetico residuo nell'altra direzione non ha molta importanza in quanto questa componente causa uno spostamento in direzione verticale che non pregiudica l'atterramento dei pennelli in questo senso (fig.23). Poichè la maschera fessurata non risulta interrotta nella direzione delle linee di campo, la smagnetizzazione risulta più efficace.

Per una buona smagnetizzazione è necessaria una forza magnetomotrice iniziale di 300 A/spire. Questa forza viene praticamente ridotta a zero gradualmente mediante un particolare circuito.

Accensione rapida

Allo scopo di far apparire l'immagine più presto possibile dopo l'inserimento del televisore alla rete, è stato studiato un particolare catodo che permetta al cinescopio di illuminarsi da 3 a 5 secondi dopo l'inserimento.

La differenza tra il vecchio e il nuovo tipo di catodo impiegato nella costruzione dei tre cannoni elettronici consiste nel montaggio di componenti più piccoli e una disposizione diversa. Ciò permette ai catodi di raggiungere più rapidamente la temperatura necessaria.

Contrariamente alla costruzione convenzionale dei catodi (fig.24a) in cui il tubetto che costituiva il catodo (a2) era fissato a dei supporti (a3 e a6) con delle placchette in mica (a7), il nuovo tipo si compone di un cilindretto in metallo (b8) sostenuto da supporti (b3) e il tutto è fissato alla prima griglia (b4) mediante un anello di vetro (b5).

Allo scopo di ottenere un tempo di riscaldamento ancora più breve, l'interno del catodo è stato ricoperto con una particolare lacca nera.

Anche la forma del filamento è cambiata. Il lungo filamento a M (a1) è stato sostituito con un filamento costituito da un avvolgimento bipolare compatto (b1).

Questa nuova concezione ha permesso di realizzare un'economia del 20% sulla potenza del filamento:

fig. 24a - Cinescopio A66-140X (cinescopio a delta)
V_f : 6,3 V I_f : 900 mA (5,7 W)

fig. 24b = Cinescopio A66-410X (cinescopio a delta)
" A66-500X (cinescopio in linea)
V_f : 6,3 V I_f : 730 mA (4,6 W)

1. Filamento
2. Cilindro catodico (K)
3. Supporto del cilindro catodico
4. Griglia di comando (g1)
5. Isolante in vetro
6. Linguetta di sostegno
7. Isolante in mica
8. Cilindro di metallo

ALCUNE CARATTERISTICHE DEL CINESCOPIO A COLORI CON CANNONI IN LINEA A66-500X

Diagonale dello schermo		66 cm
Angolo di deviazione - diagonale		110°
orizzontale		97°
verticale		77°
Diametro del collo		36,5 mm
Schermo magnetico		interno
Deflessione		magnetica
Focalizzazione		elettrostatica
Materiale luminescente a striscie verticali	alluminate	
	rosso	Attivato con Europium
	verde	Solfuri
	blu	Solfuri
Distanza tra centro e centro di striscie dello stesso colore		0,800 mm
Spessore della maschera		0,150 mm
Altezza delle fessure		0,810 mm
Larghezza delle fessure		0,165 mm
Distanza tra le fessure		0,795 mm
Numero delle fessure		± 400.000
Distanza tra la maschera e lo schermo		10 mm
Trasparenza centro schermo		52,5%
Trasparenza centro maschera		16,7%
Intensità luminosa centro schermo		100 cd/m^2
Tensione di accelerazione finale	Va, Vg4, Vg5	25 kV
Tensione di focalizzazione	Vg3	da 4,0 a 4,8 kV
Tensione griglia 2	Vg2	212 - 495 V
Tensione griglia 1	Vg1	-70 a -140 V
Riscaldamento rapido	Immagine in	5 sec.
Alimentazione filamenti: indiretta con tensione alternata o continua :		V_f 6,3 V
parallelo o serie :		If 730 mA
Peso		20 Kg

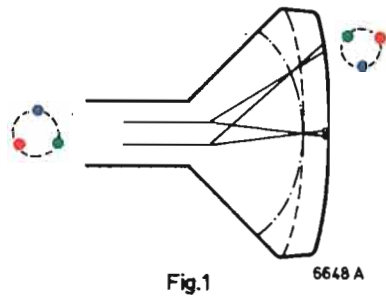



Fig.1

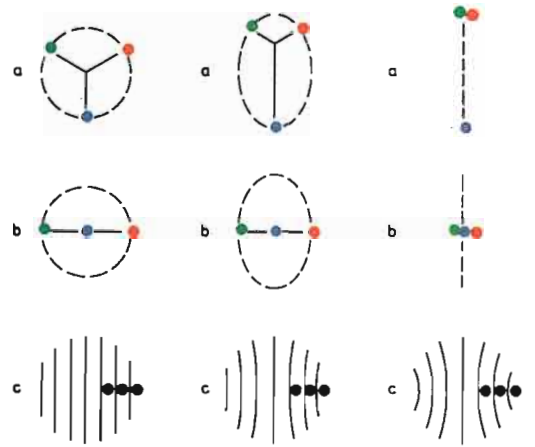
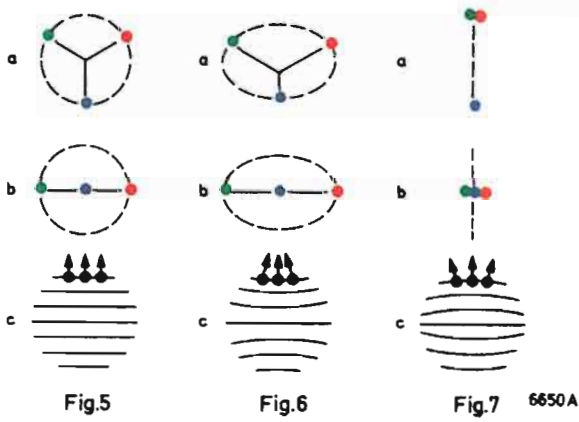
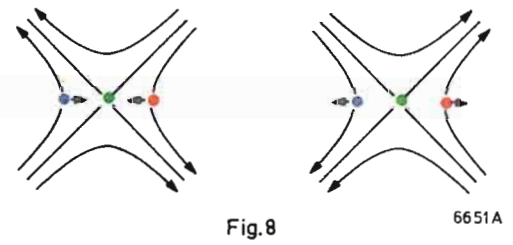
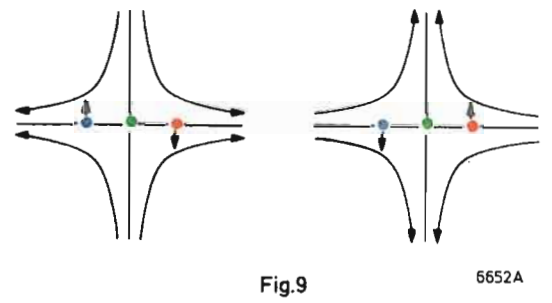
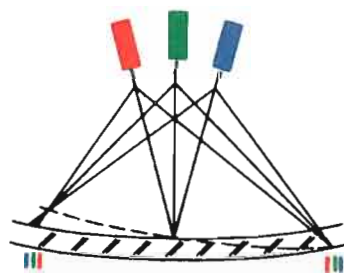



Fig.2 Fig.3 Fig.4

Fig.5 Fig.6 Fig.7

Fig.8

Fig.9

Fig.10

Fig.11

Fig.12

Fig.13

Fig.14

Fig.15

Fig.16

6659A

Fig.17

6660A

Fig.18

Fig.19

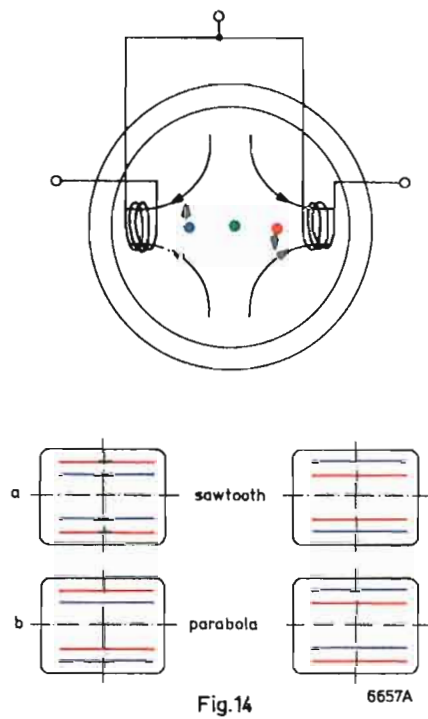
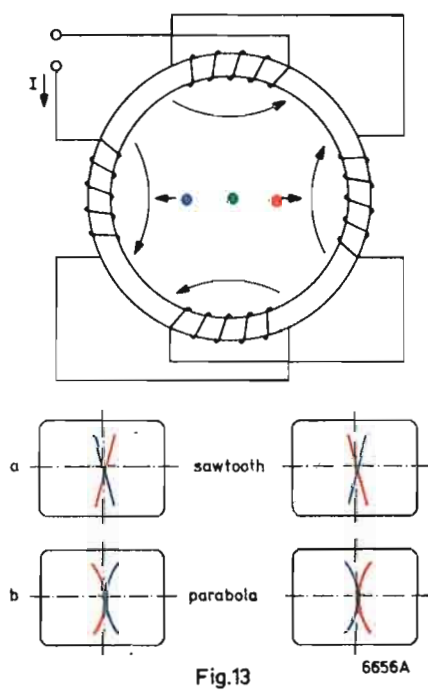
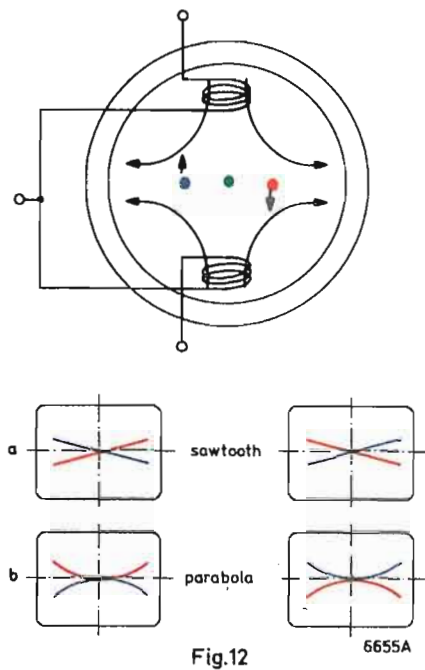
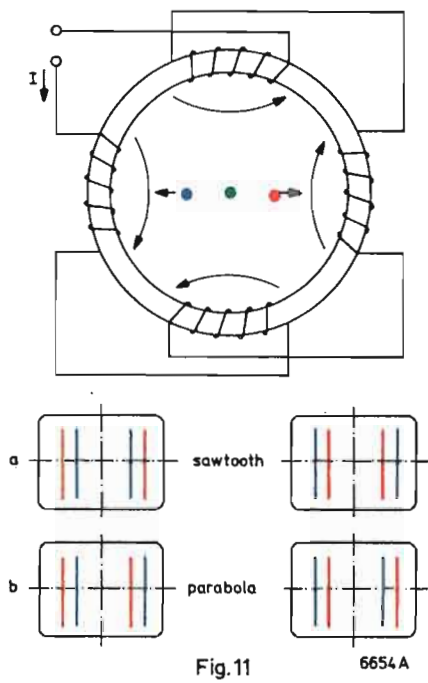
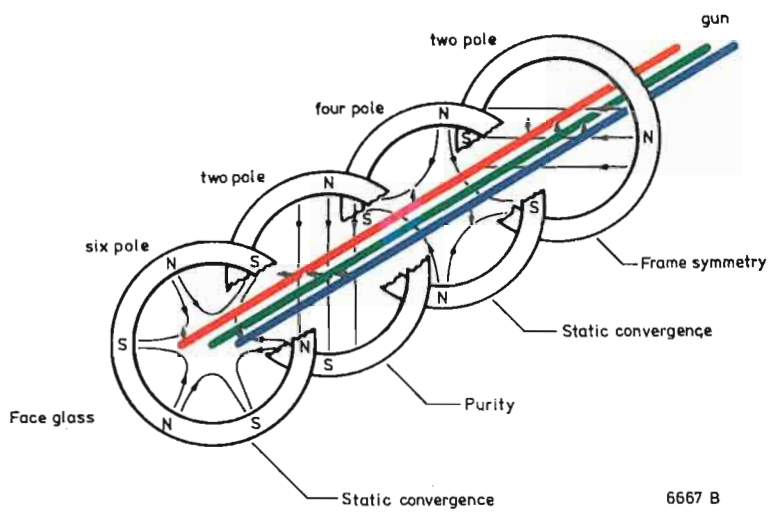
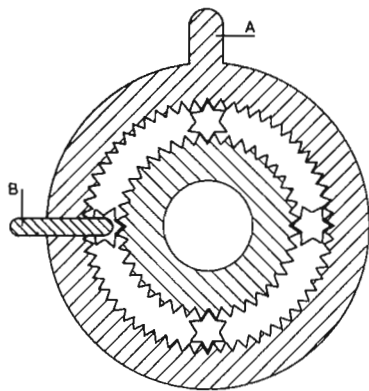
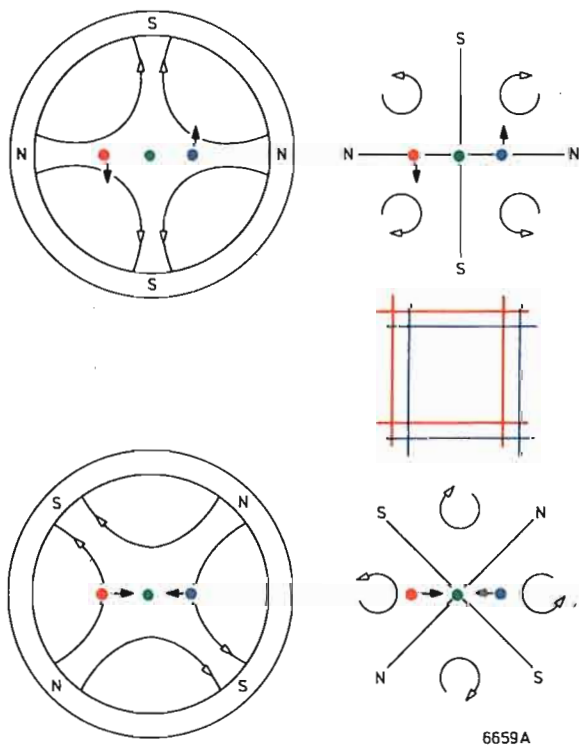
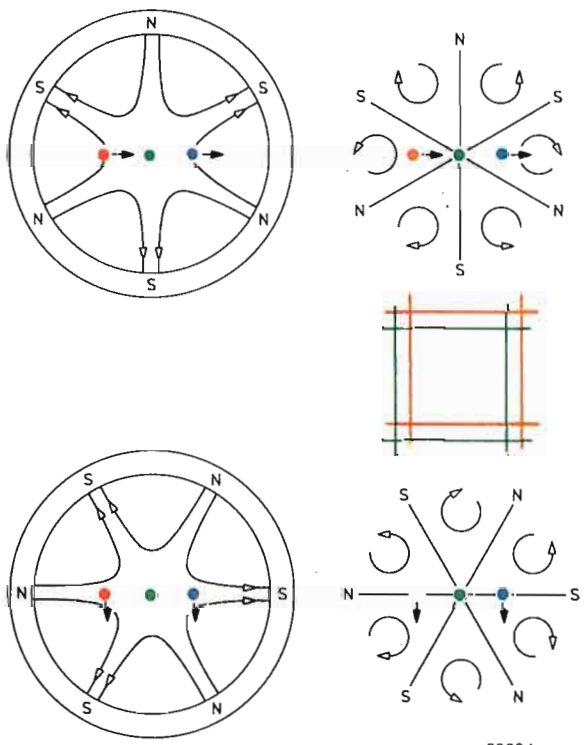
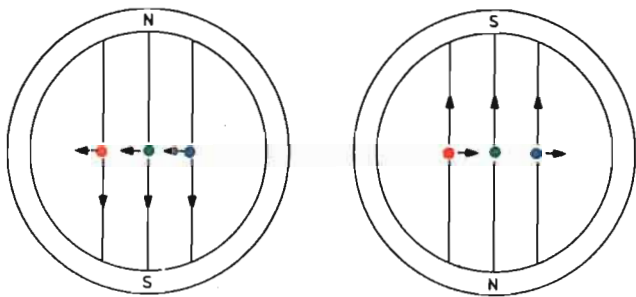
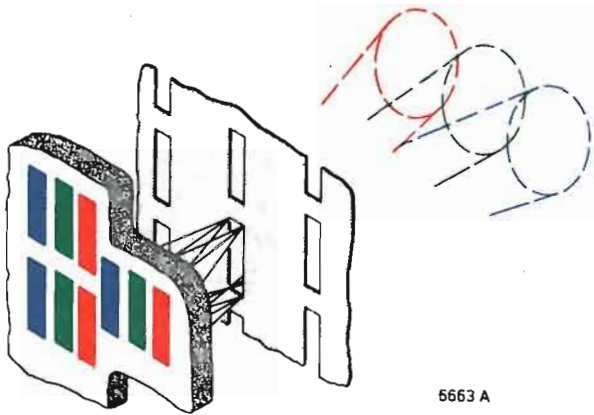
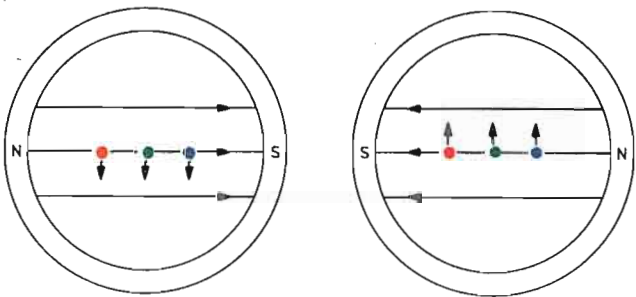
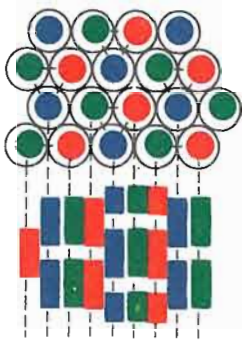
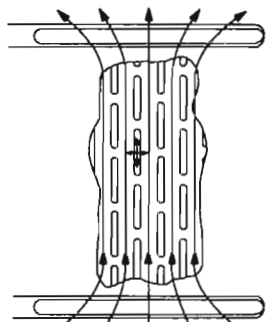
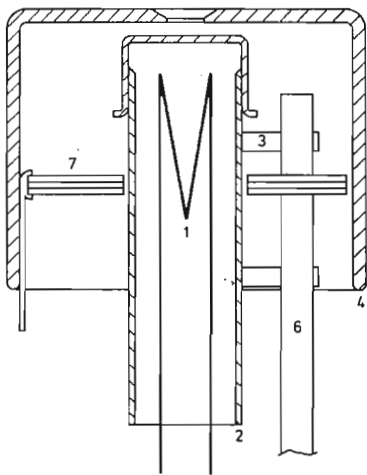
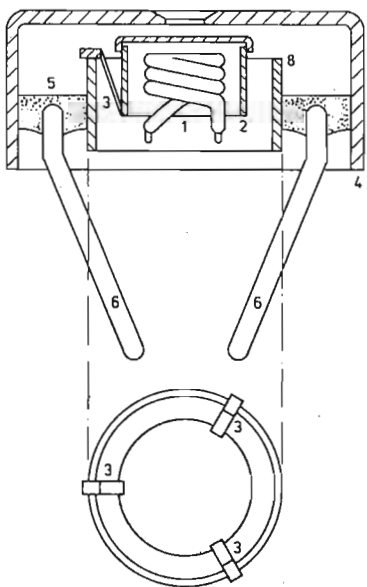
Fig.21

Fig.20

Fig.22

Fig.23

Fig.24

PHILIPS

note di applicazione

37 Descrizione del monoscopio trasmesso dalla RAI/TV per il controllo dei ricevitori a colori

Il monoscopio che la RAI/TV trasmette durante le « prove tecniche di trasmissione » di immagini a colori è prodotto dal generatore PHILIPS PM 5544. Questo monoscopio è usato anche da altre nazioni europee. In questo articolo viene data una descrizione di detto monoscopio al fine di poter correttamente interpretare le informazioni in esso contenute, e poter giudicare quindi se il ricevitore a colori funziona a dovere.

Da qualche tempo la R.A.I. ha ripreso le sue « prove tecniche di trasmissione » di immagini a colori. Queste vengono irradiate contemporaneamente sul primo e sul secondo canale. Le brevi sequenze sono precedute e seguite dalla comparsa di un *monoscopio* un po' diverso da quello per es., trasmesso dalla Svizzera (fig. 1). Effettivamente, si tratta di un monoscopio prodotto *elettronicamente* dal generatore Philips *PM5544*, e usato attualmente dalla R.A.I. Questo monoscopio venne adottato ufficialmente dall'Austria (ORF = Oesterreichische Rund-Funk) fin dal 1969, seguirono poi la Danimarca, Monte Carlo ed altre emittenti a colori europee.

Tutti gli attuali più o meno complessi generatori di monoscopio derivano dal generatore di monoscopio Philips *PM5544*. Le informazioni contenute in questi monoscopi sono però ridotte al minimo indispensabile allo scopo di agevolare la messa a punto dei televisori a colori in uscita dalle linee di montaggio. Il monoscopio prodotto dal *PM 5544* contiene invece una grande quantità di informazioni le quali, se correttamente interpretate, potranno essere di grande aiuto per una esatta valutazione delle prestazioni di un televisore a colori.

Scopo del presente lavoro è appunto quello di illustrare sommariamente *tutte le informazioni* contenute nel suddetto monoscopio allo scopo di poter giudicare se un dato televisore funziona o no in modo corretto.

Segnali per valutare se il televisore a colori riproduce bene immagini in bianco e nero

I bordi bianco/neri « dentati » in alto e in basso dell'immagine (fig. 4) servono per controllare l'ampiezza verticale. La loro dimensione è tale per cui l'ampiezza verticale è regolata per una sovrascansione del 3.5% quando essi non sono più visibili. Poiché detta ampiezza viene normalmente regolata per una sovrascansione del 3%, i quadretti bianco/neri « dentati » dovranno essere appena visibili.

Il *reticolo* che circonda il cerchio è formato da linee larghe 230 ns; (questo valore corrisponde al minimo effetto di cross-color). Il reticolo serve per la messa a punto della linearità e della convergenza.

Il *cerchio elettronico* ha un diametro pari all'83% dell'altezza dell'immagine. La perfetta rotondità del cerchio è garantita da circuiti contatori binari e memorie a nuclei in ferrite.

Il *rettangolo nero* nella parte superiore del cerchio serve per il controllo della risposta alle basse frequenze video.

L'impulso « solitario » nero a sinistra, della durata di 230 ns, serve per mettere in evidenza eventuali segnali riflessi e misurarne la relativa distanza.

I rettangoli grigio/neri più sotto sono prodotti da un segnale ad onda quadra con frequenza di 250 kHz. Servono per controllare la esatta riproduzione di se-

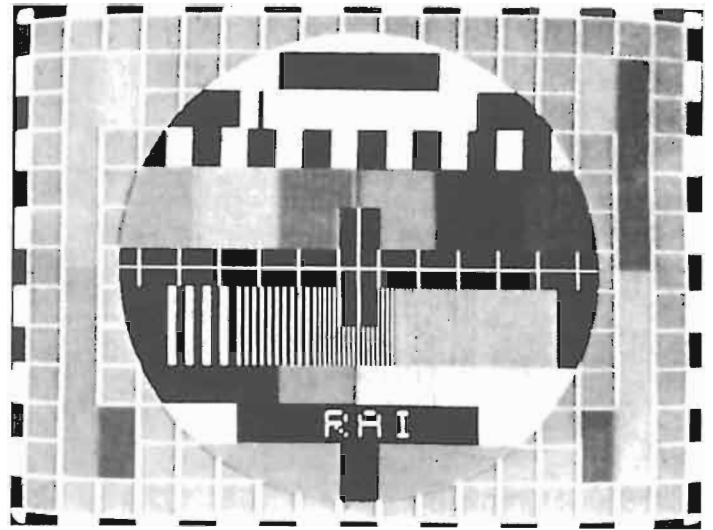
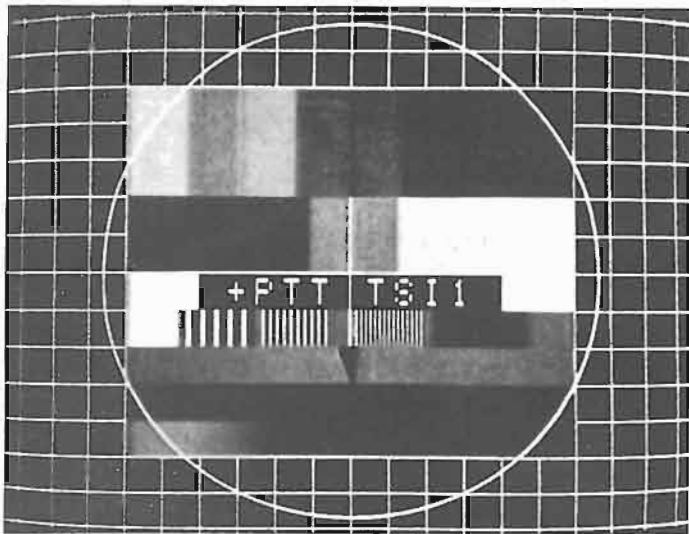



Fig. 1 - Monoscopio per il controllo del ricevitore a colori trasmesso dalla TSI (Televisione della Svizzera Italiana) e dalla RAI/TV (a destra).

gnali ad onda quadra, e come segnali di riferimento per la regolazione della saturazione come si vedrà più avanti.

Il reticolo su fondo nero e il rettangolo sistemato verticalmente al centro del monoscopio servono:

a) per il controllo della convergenza al centro dello schermo;

b per il controllo dell'interlacciamento.

In caso di perfetto interlacciamento, le linee del reticolo *all'interno* del cerchio e quelle del reticolo *all'esterno* del cerchio devono avere lo stesso spessore. Ciò non si verifica in caso di mancanza di interlacciamento in quanto in questo caso la distanza tra le due righe di scansione che formano una linea del reticolo *all'interno* del cerchio, risulta maggiore della distanza tra due righe di scansione di una linea del reticolo *all'esterno* del cerchio o viceversa. Ciò per il fatto che le righe di scansione orizzontale di due semiquadri vengono tracciate in opposta sequenza nei reticoli rispettivamente interno ed esterno al cerchio.

Il pacchetto orizzontale di linee verticali bianco/nere di spessore decrescente (multiburst signal) serve per controllare l'entità della risoluzione orizzontale di cui è capace il ricevitore. In altre parole, esso serve per controllare la banda passante di tutta la catena di amplificazione video, e cioè dai morsetti di antenna al cinescopio. Le interferenze di colore che nel monoscopio compaiono nei campi con frequenza di 3,8 MHz e 4,8 MHz debbono essere di uguale intensità. (Controllo della larghezza di banda della sezione di crominanza). Nel campo a frequenza di 2,8 MHz tali interferenze dovranno essere appena visibili.

La scala dei grigi più sotto serve per facilitare una perfetta regolazione dei controlli del contrasto e della brillantezza del ricevitore, e per il controllo del bilanciamento del bianco. Il tono del bianco dovrà infatti rimanere inalterato partendo dal grigio più scuro fino al bianco più brillante.

Segnali per valutare se il ricevitore riproduce in maniera perfetta i colori trasmessi

Le *barre di colore* con il 75% di saturazione (campi 6A, 6B, 6C, 6D, 6E, 6F) servono per controllare l'esatta riproduzione dei colori, e ovviamente, anche le ampiezze dei segnali differenza di colore (B—Y), (R—Y), (G—Y). Per un controllo visivo (senza oscilloscopio) dell'ampiezza dei segnali differenza di colore può servire il « bianco » al 75% dei rettangoli grigio/neri (segnali ad onda quadra con frequenza di 250 kHz) che si trovano al di sopra delle barre colorate.

Il « salto » giallo/rosso/giallo (nella parte inferiore del cerchio) serve per controllare la pendenza del passaggio tra questi colori e una eventuale differenza nel tempo di transito dei segnali di luminanza e di crominanza nelle rispettive sezioni.

I segnali differenza di colore a polarità alternate di riga **in** *riga ± (B—Y) e ± (R—Y)* presenti nel campo 9 e nel campo 1 servono per controllare se i demodulatori sincroni lavorano con segnali con fase corretta. Essi servono inoltre per controllare se i segnali in uscita dalla linea di ritardo PAL hanno l'ampiezza corretta (vedi più avanti).

I segnali differenza di colore normalizzati si trovano nei campi 2, 3, 7 e 8 e con gli angoli vettoriali qui sotto riportati:

nel campo 2: — (R—Y), angolo vettoriale 270°
nel campo 3: + (R—Y), angolo vettoriale 90°
nel campo 7: — (B—Y), angolo vettoriale 180°
nel campo 8: + (B—Y), angolo vettoriale 0°

Questi segnali servono per il controllo visivo e oscilloscopico della fase dei segnali nel circuito della linea di ritardo PAL, e per il controllo oscilloscopico dei segnali differenza di colore *prima* e *dopo* la loro demodulazione sincrona.

Segnali differenza di colore (R—Y) e (B—Y) la cui somma (matrice) è uguale a zero si trovano:

nel campo 4: G—Y = 0, con angolo vettoriale 326°
nel campo 5: G—Y = 0, con angolo vettoriale 146°

Servono per la messa a punto della matrice del verde del ricevitore.

Utilizzo dei segnali del monoscopio per la messa a punto della sezione di crominanza del ricevitore a colori (fig. 2)

1. *Controllo della fase dell'oscillazione di riferimento (sottoportante rigenerata nel ricevitore) e controllo*

dello sfasamento di 90° (quadratura di fase) tra le due sottoportanti derivate applicate ai due demodulatori sincroni.

Per verificare se il ricevitore effettua correttamente la demodulazione del segnale differenza di colore (B—Y) viene utilizzato un segnale (R—Y) alternato e cioè ± (R—Y), che nel monoscopio compare nel campo 1. In forza della codifica PAL al trasmettitore (e cioè, commutazione di 180° a righe alternate del segnale (R—Y) si formerà un segnale (R—Y) a 4,43 MHz che in due righe successive avrà la stessa fase, e di conseguenza, nel ricevitore anziché comparire all'uscita (R—Y) della matrice PAL dopo la linea di ritardo (63,943 µs), comparirà all'uscita (B—Y) della medesima, e di conseguenza esso verrà applicato al demodulatore sincrono del segnale (B—Y). E' noto che la corretta posizione di fase della sottoportante di colore iniettata in questo demodulatore coincide con l'asse (B—Y), e pertanto essa risulta spostata di 90° rispetto al segnale (R—Y) in arrivo. Da quanto sopra è facile concludere che, se le posizioni di fase sono corrette, all'uscita del demodulatore sincrono del segnale (B—Y) non avremo alcun segnale, e sullo schermo comparirà una superficie grigia (assenza di colore) come appunto quella indicata nel campo 1 del monoscopio.

Per controllare posizione e ampiezza dell'impulso che nel ricevitore estrae il burst dal segnale di crominanza, il segnale alternato ± (R—Y) non viene impiegato soltanto nel campo 1 ma anche, a sinistra, in alto, nella « zona dentata » del monoscopio, e precisamente, nei due campi a reticolo 11. Nel caso di incorretta estrazione del burst, se cioè questa avvenisse troppo in direzione del contenuto della riga, questo segnale (R—Y) perverrebbe al discriminatore del burst provocando nei due campi a reticolo 11 uno spostamento di colore in direzione dei campi 1, 2, 4, 7 e 9.

Per verificare se il ricevitore effettua correttamente la demodulazione del segnale differenza di colore (R—Y) viene utilizzato un segnale alternato (B—Y), e cioè ± (B—Y) che sul monoscopio compare nel campo 9.

A causa di questo cambiamento di polarità a righe alternate succederà che all'uscita (R—Y) della matrice PAL della linea di ritardo (63,943 µs) del ricevitore comparirà il segnale (B—Y) a 4,43 MHz, il quale ov viamente verrà applicato al demodulatore sincron del segnale (R—Y). La posizione di fase corretta dell sottoportante rigenerata applicata a questo demodu latore coincide, come è noto, con l'asse (R—Y), e d conseguenza, risulta spostata di 90° rispetto al segnal (B—Y) da demodulare; pertanto, anche in questo caso se i segnali hanno la fase corretta, l'uscita del demo dulatore sarà nulla, e avremo apparizione di una su perficie grigia (assenza di colore), come appunto indi cato nel campo 9.

Demodulazione corretta dei segnali differenza di colore

La contemporanea comparsa del colore nei camp 1 e 9 significa, per quanto più sopra detto, che è pre sente un errore di fase *generale*; il ché significa che tra burst e sottoportante rigenerata non esiste la rela zione di fase richiesta; quest'ultima potrà essere a sua volta ripristinata agendo sul discriminatore d fase del burst.

Quando invece siamo in presenza di una incorrett relazione di fase tra le due sottoportanti rigenerate richieste dalla demodulazione sincrona dei due se gnali differenza di colore (errore di quadratura), avre mo comparsa di colore *in uno* dei due campi, rispet tivamente 1 oppure 9. Nel caso il colore comparisse contemporaneamente nei due suddetti campi bisogne rebbe per prima cosa procedere ad una messa a punto della fase *generale* e successivamente mettere a punto la *quadratura della fase* delle due sottoportanti.

In proposito sarà bene far presente che, a second se nel ricevitore la fase del segnale di riferimento viene a coincidere con l'asse (B—Y) o (R—Y), biso gnerà in primo luogo rendere incolore il rispettivo campo (e cioè l'1 oppure il 9), successivamente, met tendo a punto la quadratura della fase (sfasamento d 90° tra le due sottoportanti), rendere incolore anch l'altro campo.

Riassumendo possiamo dire quanto segue:

1) Agendo sul dispositivo che regola *la fase di rifer mento generale* si deve osservare una « reazione su *entrambi* i campi 1 e 9.
2) Agendo sul dispositivo che regola *la quadratur*

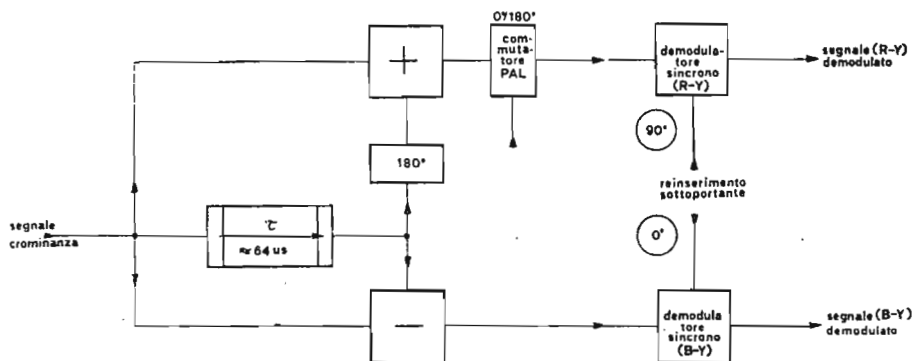



Fig. 2 - Schema a blocchi di un demodulatore PAL. Il segnale di crominanza a 4,43 MHz diretto e ritardato viene co temporaneamente sommato (+) e sottratto (—) nella matrice PAL della linea di ritardo, per cui all'uscita dello stadi somma di detta matrice avremo il segnale (R—Y) a 4,43 MHz mentre all'uscita dello stadio differenza avremo il segna (B—Y) a 4,43 MHz. L'alternanza caratteristica del segnale (R—Y) può essere tolta da un apposito commutatore s all'atto della sua demodulazione sia prima della demodulazione (come è il caso in questo schema). Per demodulare segnali differenza di colore (R—Y) e (B—Y) a 4,43 MHz occorre reinserire la portante soppressa in trasmission ciò ha luogo nei due demodulatori sincroni di detti segnali. La frequenza e la fase di questa portante rigenerata n televisore viene controllata dal « burst » dal quale vengono anche ricavati i segnali di identificazione per il pilotaggio d commutatore PAL.

della fase tra le due sottoportanti si deve osservare una « reazione » *solo su un campo*, e cioè o sull'1 o sul 9.

3) Agire per prova sul dispositivo che regola la quadratura della fase, ed osservare attentamente i campi 1 e 9. Se uno di questi campi reagisce debolmente o non reagisce affatto a questa regolazione, vorrà dire che prima cosa bisognerà renderlo perfettamente incolore ristabilendo la corretta fase di riferimento generale (corretta fase tra burst e portante rigenerata). L'eventuale rimanente colore presente nell'altro campo potrà allora essere eliminato agendo sul regolatore di quadratura della fase.

Messa a punto dell'ampiezza e della fase dei segnali presenti nel circuito della linea di ritardo PAL (fig. 2)

Messa a punto dell'ampiezza

Con i due segnali differenza di colore con polarità scambiata di riga in riga, e cioè con ± (B—Y) e ± (R—Y), si ottiene nel circuito di codifica PAL del trasmettitore un segnale (R—Y) a 4,43 MHz *privo della solita alternanza* ed un segnale (B—Y) commutato di 180°; da ciò consegue che all'uscita (B—Y) della matrice PAL del circuito della linea di ritardo avremo il segnale R—Y mentre all'uscita (R—Y) della stessa, avremo il segnale (B—Y); in altre parole, i segnali (R—Y) e (B—Y) si troveranno alle uscite della linea di ritardo l'uno al posto dell'altro.

Stando così le cose, e se i demodulatori sincroni lavorano correttamente noi sappiamo, per quanto sopra detto, che non potrà aver luogo alcuna demodulazione. Se però i segnali diretto e ritardato, sommati e sottratti all'uscita della linea di ritardo, non hanno ampiezze uguali, non avremo un'uscita zero, ma segnali di colore che nei campi 1 e 9, faranno apparire il cosiddetto *effetto persiana colorata* (venetian blinds).

Il circuito della linea di ritardo è però munito di regolatore mediante il quale è possibile variare l'ampiezza di *uno* dei due segnali per cui sarà sempre possibile ottenere segnali diretti e ritardati di uguale ampiezza, e di conseguenza, far scomparire dai campi 1 e 9 l'effetto persiana colorata.

Nel caso di linea di ritardo guasta oppure in caso di mancanza della stessa linea di ritardo (PAL semplice), il suddetto effetto persiana colorata sarà sempre presente nei campi 1 e 9.

Messa a punto della fase

Una alterazione del tempo di transito dei segnali nella linea di ritardo ($\tau = 63{,}943\ \mu s$) produrrà inevitabilmente uno sfasamento imprevisto tra il segnale diretto e il segnale ritardato. Pertanto, nel caso di alterazione del tempo di transito del segnale nella linea avremo apparizione di effetto persiana colorata nei campi 2 e 3 nei quali è presente solo il segnale (R—Y) e nei campi 7 e 8 nei quali è presente solo il segnale (B—Y), e ciò per il seguente motivo: quando viene trasmessa la componente (R—Y) non ribaltata di 180°, all'uscita (R—Y) della matrice PAL della linea di ritardo non è presente alcun segnale. Nel caso di alterazione del tempo di transito dei segnali nella linea di ritardo, a detta uscita comparirà un segnale (R—Y) che avrà una polarità costante per tutte le righe. Siccome detta componente passa attraverso il commutatore PAL del ricevitore, essa verrà ribaltata ogni seconda riga, e di conseguenza, il segnale che pilota il cinescopio sarà di polarità opposta ogni seconda riga, producendo in questa maniera l'effetto persiana colorata nei campi 2 e 3. Lo stesso vale per il segnale (B—Y) trasmesso nei campi 7 e 8.

La correzione di fase del segnale diretto e del segnale ritardato solitamente viene effettuata da un circuito accordato, sistemato generalmente prima della linea di ritardo. In pratica possono verificarsi rotazioni di fase alle due uscite del circuito della linea di ritardo; tali rotazioni richiedono una bobina di correzione aggiuntiva alle uscite. Questa viene regolata fino a quando, per esempio, sul campo del ciano (barra del ciano 6 B), contenente contemporaneamente due segnali differenza di colore di notevole ampiezza, non sparirà del tutto l'effetto persiana colorata.

Controllo dei segnali differenza di colore (B — Y, R — Y, G — Y) mediante le barre colorate giallo, ciano, verde, porpora, rosso e blu (campi 6A, 6B, 6C, 6D, 6E, 6F)

Le 6 barre di colore (campi da 6A a 6F) unitamente ai rettangoli grigio/neri disposti al di sopra (segnale ad onda quadra con frequenza di 250 kHz) rappresentano un criterio fondamentale per giudicare se il ricevitore riproduce fedelmente i colori trasmessi: ciò per il semplice fatto che i 6 campi e i rettangoli grigio/neri consentono una perfetta taratura dell'ampiezza dei segnali differenza di colore (B—Y, R—Y, G—Y). Per potere effettuare questo controllo occorre poter far apparire sullo schermo separatamente i tre colori primari, e cioè il rosso, il verde e il blu; il ché può essere ottenuto facilmente interrompendo l'alimentazione alla griglia 2 dei cannoni degli altri due colori. Per prima cosa occorrerà regolare a dovere i potenziometri del contrasto e della luminosità. Ciò sarà abbastanza facile tenendo sott'occhio la scala dei grigi che dovrà essere riprodotta in tutte le sue sfumature. Di solito, il contrasto bianco/nero è ben regolato quando si trova a 2/3 della sua corsa. In questa occasione, occorrerà controllare anche il bilanciamento del bianco osservando sia i grigi più grigi (punto di interdizione dei tre cannoni) sia il massimo bianco (punto di massima corrente dei cannoni).

Fatto ciò si bloccheranno nella maniera suddetta i cannoni del rosso e del verde. Apparirà un'immagine tutta blu! A questo punto si ruoterà la manopola della saturazione fino a quanto tutti i campi blu (e cioè, il 6B, il 6D e il 6F) non avranno assunto la stessa intensità luminosa dei rettangoli blu sovrastanti (campi 10, segnale rettangolare a 250 kHz). Ciò significherà che la regolazione della saturazione è perfetta.

Le manopole del contrasto e della saturazione regolate nella maniera suesposta non dovranno essere più toccate nelle messe a punto successive!

Far funzionare solo il cannone del rosso; avremo un'immagine tutta rossa. Tutti i campi contenenti il rosso (e cioè il 6A, il 6D e il 6E) dovranno avere una intensità luminosa uguale ai rettangoli rossi sovrastanti (campi 10, segnale ad onda quadra a 250 kHz). Se ciò non si verifica si dovrà ritoccare l'ampiezza del segnale differenza di colore (R—Y) (eventualmente all'uscita del relativo demodulatore) fino ad ottenere l'uguale intensità luminosa richiesta.

Messe a punto le ampiezze dei segnali differenza di colore B—Y e R—Y, si procederà al controllo di G—Y.

Anche in questo caso, si metterà in funzione il solo cannone del verde. Avremo un'immagine verde. In queste condizioni, tutti i campi contenenti il verde (e cioè il 6A, il 6B e il 6C) dovranno presentare un'intensità luminosa uguale ai rettangoli verdi sovrastanti (campi 10, segnale ad onda quadra a 250 kHz). Se ciò non si verifica si dovrà ritoccare l'ampiezza del segnale G—Y.

Potrebbe anche essere intervenuta un'alterazione nei rapporti con cui i segnali differenza di colore del rosso e del blu concorrono, nella matrice del verde, alla formazione del segnale G—Y. E' noto che tali rapporti sono:

$$-0{,}19\ (B-Y) - 0{,}51\ (R-Y) = G-Y$$

(Negli attuali decodificatori del colore a circuiti integrati non è più possibile intervenire su detti rapporti dato che i circuiti della matrice del verde si trovano in forma integrata e quindi sono inaccessibili).

Messa a punto della matrice del verde

Bloccare i cannoni del rosso e del blu. Avremo una immagine verde. Se i segnali (R—Y) e (B—Y) concorrono nel corretto rapporto alla formazione di (G—Y) (vedi più sopra), succederà che con un segnale con posizione vettoriale di 146° o 326, G—Y sarà zero, e di conseguenza, agendo sul regolatore della saturazione non vedremo alcuna variazione di intensità nei campi 4 e 5. In caso contrario, messo a punto il bilanciamento della matrice del verde, potrà rendersi necessaria una regolazione dell'ampiezza di G—Y nella maniera anzidetta.

Controllo della commutazione PAL

Se i segnali di identificazione PAL non comandano correttamente il commutatore PAL del ricevitore (per cui, per es., ha luogo una commutazione sfasata di 180°), succede che i colori dei campi 2 e 3 risultano scambiati (da ricordare che in caso di commutazione corretta, il campo 2 assume un colore verde-bluastro e il campo 3, un colore rossastro).

Nel caso in cui il commutatore PAL del ricevitore sia inattivo avremo comparsa di effetto persiana colorata, nei campi 2 e 3 (i quali quindi non presenteranno più alcuna differenza di colore) e in tutti gli altri campi in cui è presente il segnale R—Y.

In quei ricevitori nei quali la commutazione PAL non viene effettuata mediante commutazione di 0°/180° della sottoportante rigenerata iniettata nel demodulatore del segnale (R—Y) bensì *prima* del demodulatore (R—Y), e precisamente sul segnale (R—Y) a 4,43 MHz della matrice PAL all'uscita della linea di ritardo, può succedere che, a causa di una differenza nelle caratteristiche dei diodi di commutazione, i segnali (R—Y) di due righe successive non risultino uguali. Succederà allora che in tutti quei campi nei quali (R—Y) ha un'ampiezza elevata (e cioè nei campi 2, 3 e 6E), due righe successive avranno un differente valore di saturazione (attenzione, non un differente colore); questo inconveniente può essere eliminato regolando i trimmer che qualche volta si trovano in serie ai diodi di commutazione.

A completamento della descrizione del monoscopio-colore irradiato dalla RAI-TV, abbiamo giudicato opportuno descrivere brevemente anche il monoscopio usato dalla Svizzera (monoscopio FuBK = Funkbetriebkommission).

DESCRIZIONE DEL « MONOSCOPIO DELLA SVIZZERA »

In fig. 1 è riportato come appare questo monoscopio sullo schermo di un televisore *bianco e nero*. In fig. 3 invece, sono indicati i vari colori che apparirebbero se questo monoscopio fosse ricevuto da un televisore a colori.

Con riferimento alla fig. 3 i numeri indicati a sinistra in ciascuna divisione del reticolo servono per una migliore descrizione delle funzioni e dei controlli che si possono fare con questo monoscopio:

Sezioni 1 e 2

Le sezioni 1 e 2 di questo monoscopio comprendono una griglia (reticolo) che sia nei televisori in bianco e nero che in quelli a colori appare *bianca*. Nei televisori a colori essa serve a controllare la convergenza in questi punti dello schermo.

Nei televisori in bianco e nero (e naturalmente anche in quelli a colori), tale reticolo serve a controllare la linearità della scansione di quadro.

Tutto il reticolo incluso nel cinescopio è sovrapposto ad un campo uniforme *grigio* costituito da un segnale con livello compreso tra 20 e 30% rispetto al 100% del segnale che forma il reticolo bianco medesimo.

Sezioni 3 5

Nelle sezioni 3, 4, 5 si trovano le barre di colore; in particolare, partendo da sinistra, abbiamo la barra bianca, corrispondente al 75% del massimo bianco. Poi in successione abbiamo le barre con i colori giallo, ciano, verde, porpora, rosso, blu ed infine la barra nera. La saturazione delle tinte di questi colori è del 100%, e cioè, quella massima ammissibile dal sistema. I segnali dei colori hanno però in questo monoscopio un'ampiezza pari al 75% del valore massimo ammissibile dal sistema.

Sezioni 6 e 7

Nelle sezioni 6 e 7 abbiamo una *scala di grigi*. Partendo da sinistra abbiamo una sezione nera con un livello di segnale pari allo 0%, segue un grigio dato da un segnale corrispondente al 25%, poi ancora un grigio corrispondente ad un segnale del 50% ed infine un grigio corrispondente ad un segnale del 75%. Infine abbiamo il bianco corrispondente ad un segnale del 100%, e cioè, il massimo bianco ammesso dal sistema. Come si vede, la scala dei grigi è decrescente nel senso che dal nero si perviene al bianco attraverso tre gradazioni di grigi.

Sezione 8

A destra e a sinistra abbiamo un bianco corrispondente ad un livello del 100%, al centro abbiamo una striscia nera sulla quale è segnato il *nome del trasmettitore* che irradia il monoscopio.

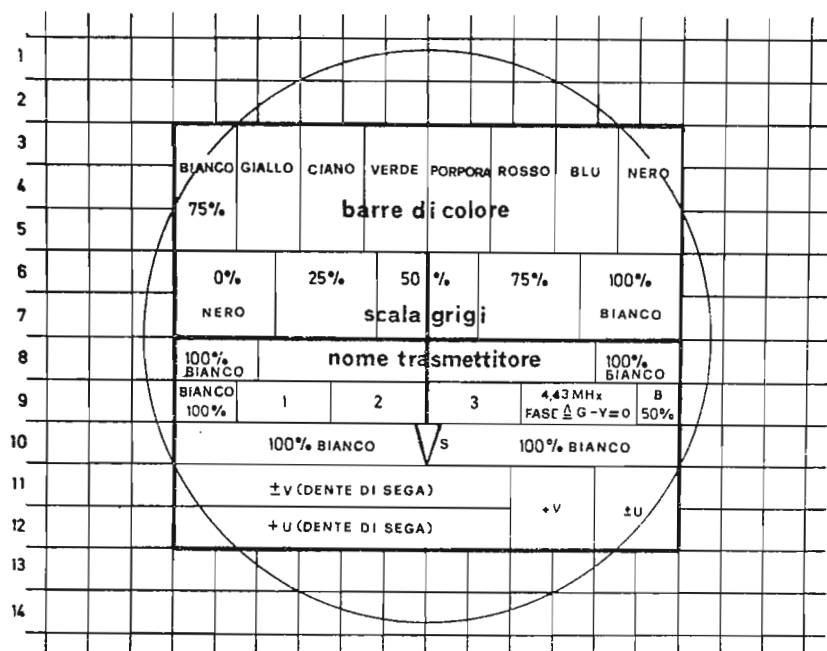



Fig. 3 - Presentazione schematica del monoscopio trasmesso dalla TSI (Televisione della Svizzera Italiana).

Sezione 9

Da sinistra verso destra abbiamo: un bianco corrispondente ad un livello di segnale del 100%, indi abbiamo una serie di barrette verticali per il controllo della risposta in frequenza del ricevitore, e precisamente nel *primo* gruppo sono indicate barrette prodotte da segnali con frequenza di 1 MHz; il *secondo* gruppo di barrette è dato da segnali con frequenza di 2 MHz; il *terzo* gruppo è dato da segnali di 3 MHz ed infine abbiamo una sezione nella quale viene trasmesso il segnale della portante del colore con frequenza di 4,43 MHz. La fase di modulazione di questo segnale è tale che nel ricevitore il segnale differenza di colore del verde è G—Y = 0. Infine abbiamo un bianco dato da un livello di segnale al 50%. Attualmente in questa sezione viene trasmesso un nero.

Sezione 10

A sinistra abbiamo un bianco corrispondente ad un segnale con livello del 100%, al centro abbiamo il nero ed infine a destra ancora un bianco con livello di segnale del 100%.

Sezioni 11 e 12

A sinistra: abbiamo un segnale di luminanza a forma di dente di sega che comincia con un massimo valore che rimane costante per due divisioni del reticolo. Successivamente questo segnale di luminanza decresce *linearmente* fino ad annullarsi. A questo segnale di luminanza viene sovrapposta la portante del colore la cui ampiezza diminuisce anch'essa linearmente fino ad annullarsi. Il massimo valore di questo segnale composto corrisponde ad un bianco con livello del 75%. La fase di modulazione della portante del colore nella sezione *11* varia di riga in riga tra + V e — V. (Da ricordare che il segnale V corrisponde a 0,877 (R—Y)). La fase di modulazione della portante del colore nella sezione 12 corrisponde invece in ogni riga a + U. (Da ricordare che U corrisponde a 0,493 (B—Y)).

A destra, nel campo indicato con + V, la portante del colore è modulata *in ogni riga* con il segnale + V; nel campo indicato con ± U, la portante del colore viene modulata di riga in riga rispettivamente con il segnale + U e — U. Entrambe queste sezioni hanno inoltre un segnale di luminanza con un livello corrispondente al 37,5% del massimo livello ammesso. Queste sezioni servono a controllare se il ricevitore effettua in modo corretto la decodifica dei segnali differenza di colore rispettivamente V (V = 0,877 (R—Y) e U (U = 0,493 (B—Y)).*Se la demodulazione di detti segnali avviene in maniera corretta, questi due campi appaiono grigi.*

Sezioni 13 e 14

Queste due sezioni terminali del monoscopio, servono come la 1 e la 2, per controllare la convergenza e la geometria dell'immagine. Anche il cerchio serve per controllare la linearità della deflessione verticale e orizzontale.

La descrizione completa del monoscopio che la RAI/TV trasmette per le « prove tecniche » ***di trasmissione del color*** *è apparsa su « Radiotecnica TV » N. 261 - Novembre 1975.*

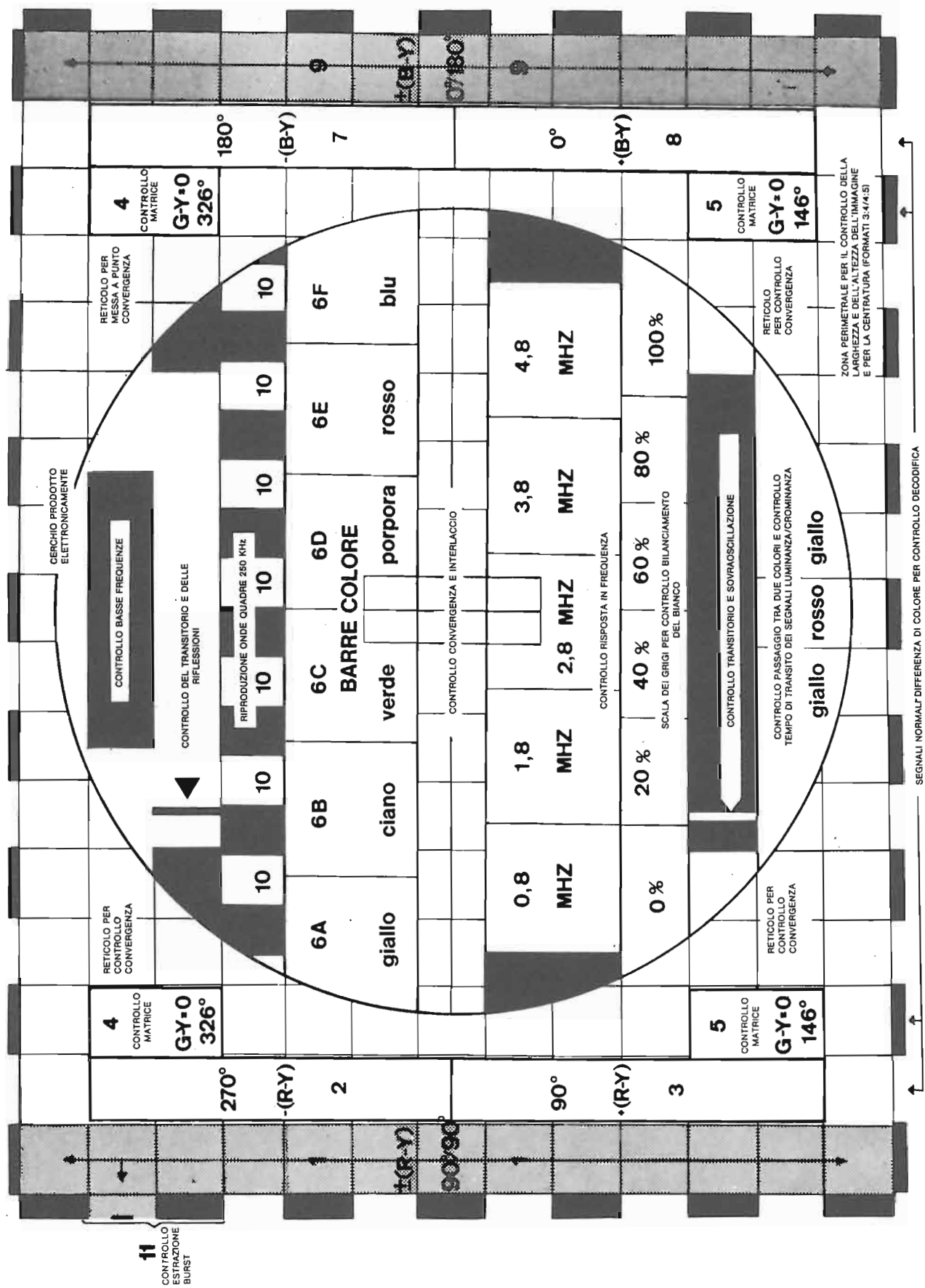



Fig. 4 - Presentazione schematica del monoscopio trasmesso dalla RAI/TV per il controllo del funzionamento del televisore a colori.

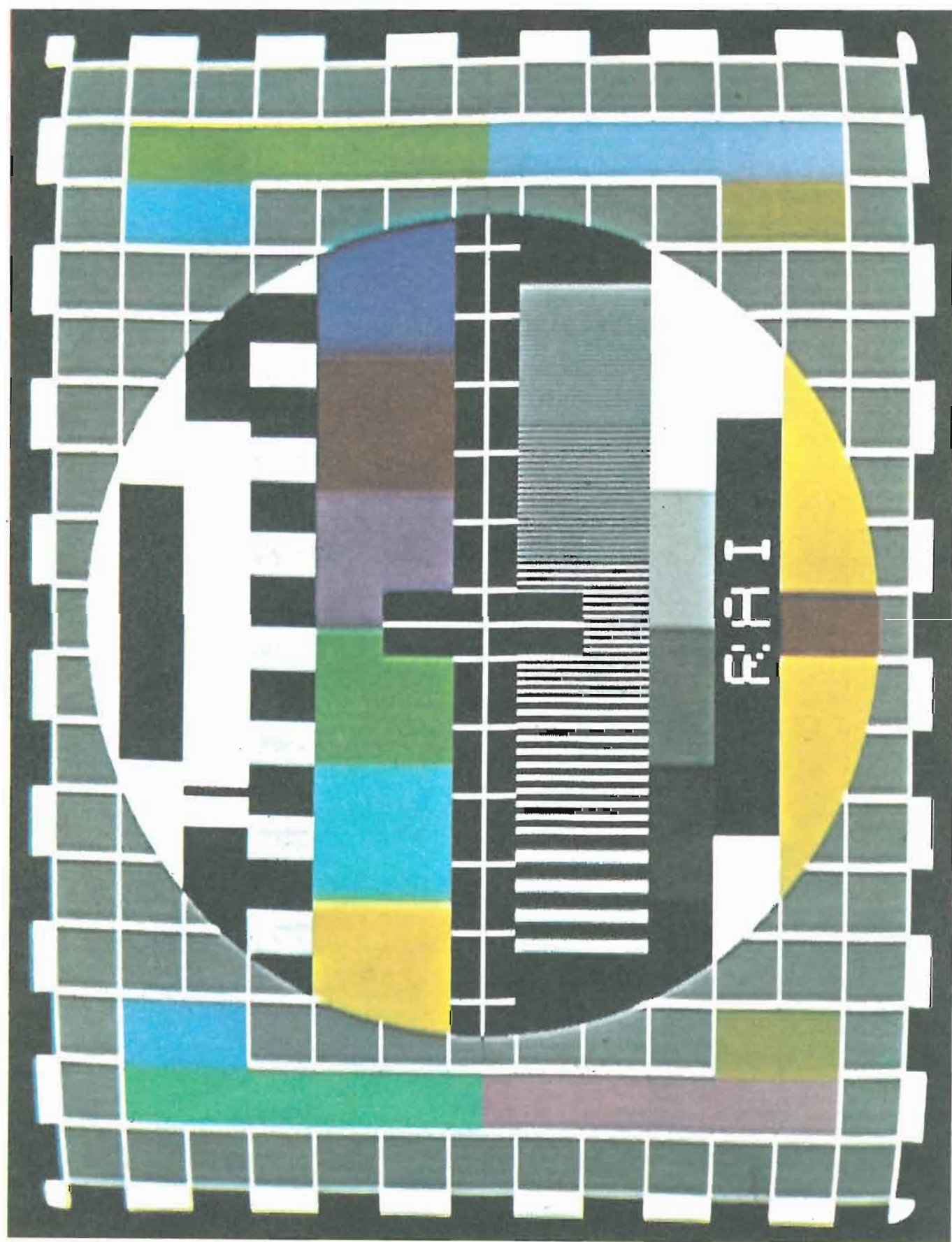



Fig. 5 - Come appare il monoscopio prodotto dal generatore Philips PM 5544 sullo schermo del televisore a colori. Questo monoscopio viene